

1963.

ELEKTRICITET OG MAGNETISME

ELEKTRISKE APPARATER OG MASKINER.



INDHOLDSFORTEGNELSE.

	Afsnit	1	Side	1
Elektrisk strøm, ledere, isolationsstoffer.				
- strømkreds	-	2	-	1
- spænding	-	3	-	2
- strømstyrke	-	4	-	3
- modstand	-	5	-	3
Spændingsfald i ledninger	-	6	-	3
Elektrisk effekt (Watt, HK)	-	7	-	4
Strømvarme	-	8	-	5
Elektrisk energimængde (Kilowatt-timer)	-	9	-	5
Serie- og parallelkoblede modstande	-	10	-	6
Kortslutning	-	11	-	7
Magnetisme og magnetiske felter	-	12	-	7
Elektromagnetisme (Højrehåndsregel, Ampereviklingstal, remanent magnetisme)	-	13	-	9
Magnetventiler og relæer	-	14	-	10
Konstruktionsdetaller vedrørende relæer	-	15	-	10
Elektromotorprincippet	-	16	-	13
Dynamoprincippet	-	17	-	13
Dynamoer og motorer	-	18	-	14
Konstruktionsdetaller vedrørende dynamoer og motorer	-	19	-	15
Fælles love for dynamoer og motorer	-	20	-	16
Den fremmed-magnetiserede dynamo	-	21	-	17
Den fremmed-magnetiserede og medkomponerede shunt-dynamo		22	-	18
Fremmedmagnetiseret med- og modkomponeret dynamo	-	23	-	18
Shuntmotoren (Regulering af omdrejninger. Vending af omløbsretning)	-	24	-	18
Seriemotoren (Frem - bak)	-	25	-	20
Seriemotoren som banemotor. Trækkraftregulering.	-	26	-	21
Feltsvækning af seriemotor (banemotor)	-	27	-	23
Den medkomponerede shuntmotor	-	28	-	24
Reguleringsmotor	-	29	-	25
Hastighedsmåler	-	30	-	26
Amperemeter	-	31	-	26
Voltmeter	-	32	-	28
Sikringer og sikringsautomater	-	33	-	28
Akkumulator-batteri	-	34	-	31
Induktion. Tændingstransformator	-	35	-	34
Selvinduktion i spoler	-	36	-	35
Trefaset vekselstrøm	-	37	-	37
Fejl i elektriske installationer	-	38	-	38
Fejl i elektriske maskiner	-	39	-	39

## FORORD.

Nærværende bog er tænkt som et supplement til undervisningen om den elektriske transmission på dieselektriske motorvogne og motorlokomotiver. Med henblik herpå omtales forskellige elektriske og magnetiske grundbegreber, samt konstruktionen af apparater og maskiner anvendt i motormateriellet.

### 1. ELEKTRISK STRØM.

En elektrisk strøm må man forestille sig som bestående af en mængde uhyre små separate ladninger (elektroner, joner) i bevægelse. Hvis strømmen af elektroner til stadighed går i samme retning, kalder man det jævnstrøm. Pulserer elektronerne frem og tilbage, kaldes det vekselstrøm. I det efterfølgende vil der hovedsagelig blive tale om jævnstrøm.

Den elektriske strøm går ikke lige let gennem forskellige stoffer, idet ledningsevnen for elektricitet er meget varierende.

Stoffer som metaller, kulstof og syrer er gode ledere. Vandholdige stoffer leder som regel også godt. Til elektriske ledninger anvendes oftest kobber, der foruden at være en særdeles god leder har andre gode egenskaber og ikke er alt for dyrt.

Isolationsstoffer er slette ledere for elektricitet. Det er stoffer som glas, porcelæn, ebonit, silke, papir, gummi, olie, luft m.m.

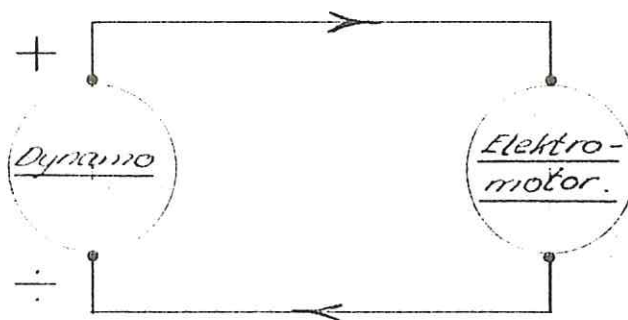
### 2. ELEKTRISK STRØMKREDS.

Til produktion af elektrisk strøm bruger man dynamoer (generatorer), der trækkes af kraftmaskiner - f. eks. dieselmotorer. Drejer det sig om jævnstrøm, kan der også som strømgivere være tale om akkumulatorbatterier og tørbatterier.

For at en dynamo eller et batteri skal kunne afgive strøm, må der eksistere et sluttet omløb for strømmen: en elektrisk strømkreds.

På fig. 1 er i diagramform vist en elektrisk strømkreds med en jævnstrømsdynamo og -elektromotor forbundet med ledninger.

Fig. 1.



Når dynamoen arbejder, udgår strømmen som vist fra dynamoens + pol og vender tilbage til dens 0 pol. Idet man må forestille sig hele systemet opfyldt med elektroner, kan man sammenligne dynamoen med en pumpe, der sætter elektronerne under elektrisk tryk = spænding og pumper dem rundt i systemet. Elektronerne må da tænkes at optræde som en væske, der bliver pumpet gennem rør, og motoren som en turbine. En sådan rent mekanisk sammenligning er temmelig ufuldkommen, men kan måske lette forståelsen også af de følgende afsnit, den må blot ikke tages alt for bogstaveligt. I denne forbindelse bemærkes, at det for den elektriske strøms magnetiske virkninger, som vi senere skal komme til, er ganske ligegyldigt om den består af + partikler, der strømmer den ene vej, eller af - partikler, der strømmer den modsatte vej.

Hvis man jordforbinder dynamoens 0 pol, bliver spændingen (det elektriske tryk) her 0.

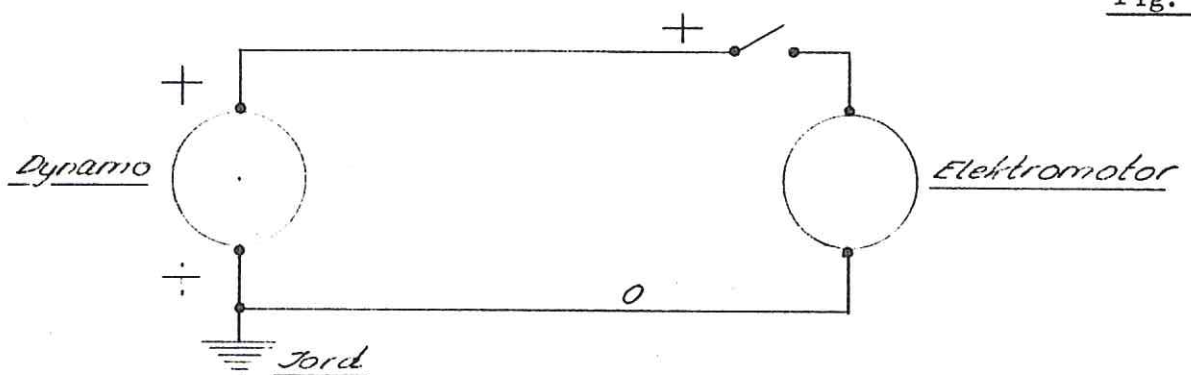


Fig. 2.

I fig. 2 er dette gjort. Endvidere er der indbygget en afbryder foran motoren. Når afbryderen står åben, og dynamoen arbejder, vil der være + spænding (elektrisk tryk) i ledningen fra dynamoens + pol til afbryderen og 0-spænding i motor og returledning. Der kan altså uden fare arbejdes på motoren.

### 3. ELEKTRISK SPÆNDING.

I det foregående er elektrisk spænding sammenligningsvis kaldt elektrisk tryk.

Medens trykket i f. eks. en vandledning måles i atmosfære eller  $\text{kg/cm}^2$ , måles elektrisk spænding i Volt, og der bruges til målingen et Voltmeter.

I de dieselelektriske køretøjer forekommer der i lavspændingsystemerne (Batteri, lys, manøvrestrøm, div. hjælpemotorer) spændinger på 70-90 Volt i forhold til jord, hvilket er en for et menneske praktisk talt ufarlig spænding, specielt da det drejer sig om jævnstrøm.

I almindelige husinstallationer er spændingen normalt 220 Volt i forhold til jord. Denne spænding er farlig at berøre, hvis man danner forbindelse til jord eller 0-leder og derfor gennemløbes af strøm. Specielt gør der sig



for vekselstrøm gældende, at den fremkalder krampe, så hånden ikke kan slippe grebet om en strømførende genstand. Den elektriske strøm, der passerer legemet, kan give alvorlige lokale forbrændinger og standse hjer-tevirksomheden.

I hovedstrømssystemet på det diesel-elektriske materiel optræder spændinger på 800 - 1000 Volt, altså berøringsfarlige spændinger.

#### 4. ELEKTRISK STRØMSTYRKE.

Mængden af elektroner, der går gennem en strømførende elektrisk ledning, har vi i det foregående sammenlignet med vand strømmende gennem et rør. Strømstyrken af vandet kan angives i liter pr. sekund. Den elektriske strøms styrke angives i Ampere, og måles med et Amperemeter (se side 25). Små strømstyrker angives i reglen i milliampere (1 Ampere = 1000 milliampere).

I motormateriellet har vi at gøre med fra ganske små strømstyrker i måle-instrumenter og lamper til flere hundrede Ampere i hovedmaskinerne.

#### 5. ELEKTRISK MODSTAND.

Som tidligere nævnt er der forskellig ledningsevne for elektricitet i de forskellige stoffer. De byder med andre ord forskellig modstand mod den elektriske strøms passage. Kobber, der er det normalt anvendte ledningsmateriale, byder ringe modstand mod strømmen. En lednings modstand vil være større, jo længere den er, og jo mindre dens tværsnit er. Modstandsværdien angives i enheden Ohm.

Temperaturen har også betydning for modstandsværdien. Ved  $120^{\circ}$  opvarmning vil modstanden i kobber stige ca. 50%.

Alle konstruktionselementerne i en elektrisk installation: ledninger, kontakter, relæer, maskiner m.v. har mere eller mindre ohmsk modstand, der normalt er uønsket. I visse komponenter, som smeltesikringer, elektriske lamper og "modstande" er det imidlertid den ohmske modstand i dem, der er forudsætningen for deres funktion.

En "modstand" laves i reglen af temperaturbestandig legering, f. eks. Crom-Nikkel med forholdsvis stor modstandsværdi.

#### 6. SPÆNDINGSFALD I LEDNINGER. OHMS LOV.

For at drive vand gennem en rørledning må der et vist tryk til, og så længe strømmen løber, vil der være et trykfald igennem ledningen - jvfr. fig. 3.

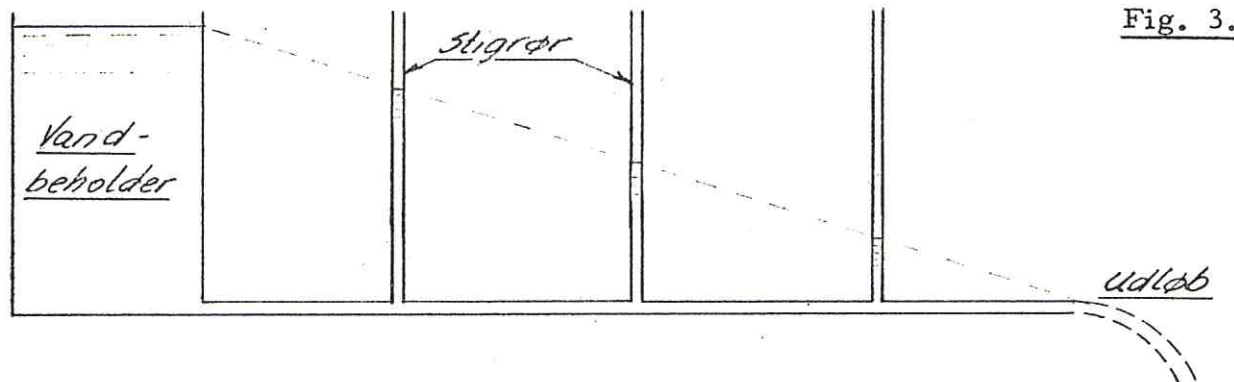


Fig. 3.

jo højere drivtryk, jo mere vand vil der strømme gennem ledningen pr. sekund, og jo mere trykfald vil der være i et givet ledningsstykke. (Sættes der en prop i udløbet, vil trykket i ledningen blive det samme overalt = vandstanden i reservoiret).

Betragter vi et ledningsstykke i en strømkreds, vil vi have lignende forhold, jvfr. fig. 4.

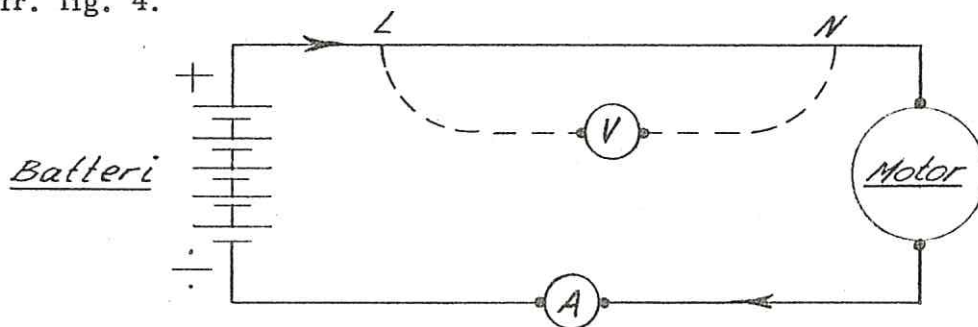


Fig. 4.

I ledningsstykket L - N vil der være et vist spændingsfald, når strømmen løber. Forskellen i spændingen mellem L og N kan måles med det indtegnede Voltmeter V. Den i strømkredsen cirkulerende strømstyrke, der jo også passerer ledningsstykket L - N, måles på Amperemeteret A. Sættes drivspændingen i strømkredsen op, f. eks. ved hjælp af et større batteri, vil strømstyrken blive større, og spændingsfaldet igennem ledningsstykket L - N tilsvarende større.

Afhængigheden mellem modstanden i en ledning, strømstyrken og spændingsfaldet udtrykkes i Ohms Lov:

$$\begin{aligned} \text{Spændingsfaldet} &= \text{Strømstyrken} \times \text{modstanden} \\ (\text{Volt} &= \text{Ampere} \times \text{Ohm}) \end{aligned}$$

Eksempel: Strømstyrken 250 Amp. Modstanden 1/10 Ohm. Spændingsfaldet:  $250 \times 1/10 = 25$  Volt.

I et elektrisk anlæg vil man sørge for, at ledningerne har en i forhold til længden passende stor tykkelse (tværsnit), for at modstanden i dem ikke skal blive generende stor, hvilket f. eks. kunne medføre, at relæer ikke ville fungere eller lamper ikke lyse, som de skulle. Som oftest vil ledningsmodstanden være så lille, at man kan se bort fra den.

## 7. ELEKTRISK EFFEKT (WATT, HK).

Den effekt (arbejds mængde pr. sekund) en generator yder, når den afgiver



strøm til en strømkreds, afhænger både af den afgivne strømstyrke og af spændingsforskellen mellem dens poler, på lignende måde som den effekt en vandpumpe præsterer, stiger både med trykket og med vandmængden pr. sekund.

En dynamos effekt angives i Watt = Spænding x Strømstyrke. (Volt x Amp.)  
1 hestekraft = 736 Watt, 1000 Watt = 1 Kilowatt (KW).

Eksempel: En Mo-hovedgenerator vil på fuld belastning ved en spænding på 660 Volt afgive ca. 250 Ampere til banemotor-kredsløbet. Effekten:  $660 \times 250 \text{ Watt} = 165 \text{ KW} = 225 \text{ hk}$ . Hjælpedynamoen afgiver samtidig ca. 50 amp. ved 90 Volt =  $4,5 \text{ kw} = \text{ca. } 6 \text{ hk}$ . Af dieselmotorens effekt på 250 hk udnyttes altså ca. 231 hk til strømafgivelse fra hoved- og hjælpegenerator. Resten går tabt, hovedsagelig som varmeudvikling i de to generatorer. Den udviklede varme fra maskinerne fjernes ved kraftig ventilation.

## 8. STRØMVARME.

Når der går elektrisk strøm gennem en leder, sker der en varmeudvikling, hvis størrelse afhænger af strømstyrken og den ohmske modstand.

Eksempel: En banemotor og dens tilledninger har tilsammen modstanden  $1/10 \text{ Ohm}$ . Når de gennemløbes af 250 Amp., vil (som vist i eksempel afsnit 7) spændingsfaldet være 25 Volt. Strømvarmen bliver ved denne strømstyrke  $25 \times 250 = 6250 \text{ Watt} = 6,25 \text{ KW}$ .

Strømvarmen målt i Watt er lig spændingsfaldet som følge af den ohmske modstand gange strømstyrken. (Volt x Amp. = Watt).

Da spændingsfaldet gennem en ohmsk modstand kan udtrykkes ved  $\text{Amp.} \times \text{Ohm}$ , kan formlen for strømvarmen også skrives som:  $\text{Ohm} \times \text{Amp} \times \text{Amp} = \text{Watt}$ . Af dette sidste udtryk ses det, at varmeudviklingen i en given modstand stiger voldsomt med strømstyrken.

Varmeudvikling i maskiner og ledninger er et tab i effekt, som man kalder strømvarmetabet, og som man er interesseret i at holde så lavt som muligt. I elektriske glødelamper er strømvarmen en forudsætning for, at lampen kan give lys. I en elektrisk vinduesvarmer er det direkte strømvarmen, man er interesseret i at udnytte - ligeså i smeltesikringer.

## 9. KILOWATT-TIMER.

Enheden "kilowatt-time" (kwt) anvendes ved måling af en forbrugers aftagning af strøm fra elektricitetsværk. Medens enheden "kilowatt" er et mål for arbejde udført pr. sekund (effekt), er enheden "kilowatt-time" et mål for det samlede udførte arbejde.

Eksempel: En 60 Watt lampe brænder i 8 timer og har derved brugt 480 Watt-timer = 0,48 kwt. Koster strømmen 20 øre pr. kwt, har lampen altså brugt for  $20 \times 0,48 = \text{ca. } 10$  øre elektricitet.

## 10. SERIE- OG PARALLELKOBLEDE MODSTANDE.

I de elektriske diagrammer for motormateriel træffes mangfoldige tilfælde af seriekobling og parallelkobling af komponenter. I nærværende afsnit vil virkningen af modstandes serie- og parallelkobling blive omtalt.

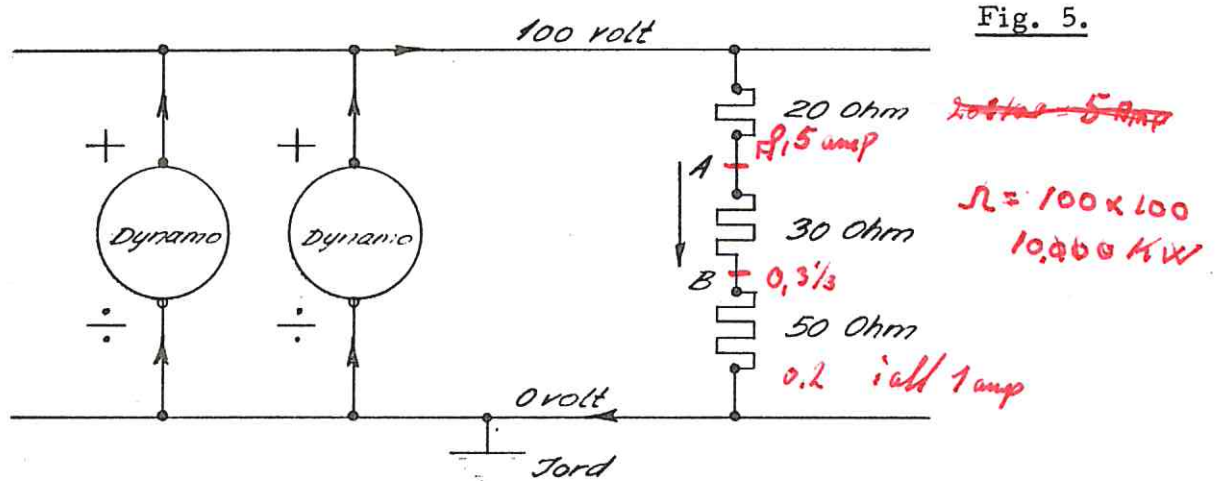
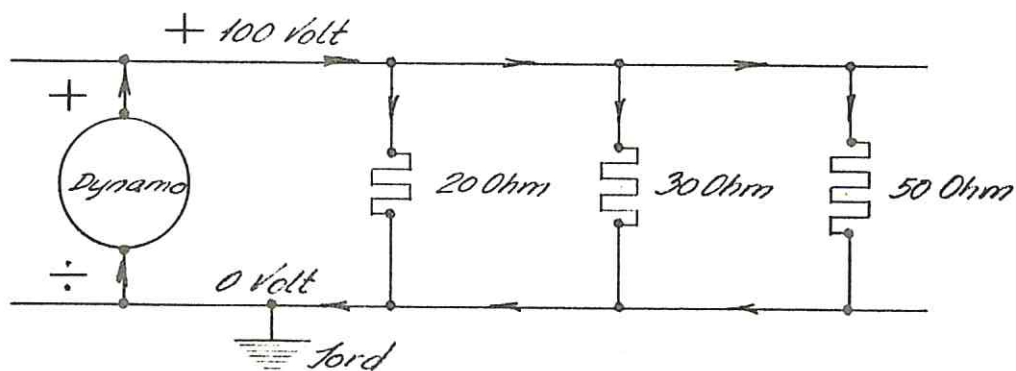


Fig. 5 er et principdiagram, der viser to parallelkoblede dynamoer, der leverer strøm til en + skinne med spændingen + 100 Volt, medens - skinnen er jordforbunden og derfor har spændingen 0-Volt. (Hvis i stedet + skinnen blev jordforbundet, ville den få spændingen 0-Volt og + skinnen da få + 100 volt). Mellem + skinnen og - skinnen er indskudt tre modstande i serie. (Til reguleringsbrug laves som tidligere nævnt særlige modstande af metallegering. Det er sådanne modstande, der tænkes på her, men betragtningerne gælder naturligvis også for andre dele med ohmsk modstand).

Summen af seriekoblede modstande bestemmer, hvor meget strøm, der vil gå igennem dem. Sætter vi ledningsmodstandene lig 0 (svære, korte ledninger af kobber) og bruger Ohms lov (Volt = Amp. x Ohm) får vi i det givne eksempel strømstyrken 1 Amp, (beregnet selv ved Ohms lov spændingsfaldet gennem de enkelte modstande og deraf spændingen ved A og B).

Fig. 6.



I fig. 6 er tre modstande koblet parallelt. De vil hver især lade så me-



get strøm passere som Ohms lov angiver. Altså henholdsvis:  $100/20 = 5$  Amp.  $100/30 = 3 \frac{1}{3}$  Amp. og  $100/50 = 2$  Amp. Den samlede strøm bliver  $10 \frac{1}{3}$  Amp. Ville man erstatte de tre modstande med en enkelt modstand med samme strømforbrug  $10 \frac{1}{3}$  Amp. skulle den være på  $100 : 10 / \frac{1}{3} =$  ca. 10 Ohm.

### 11. KORTSLUTNING.

Hvis + og ÷ skinnerne i fig. 5 og 6 kortsluttes, d. v. s. forbindes med hinanden gennem en meget lille modstand eller bringes til direkte berøring med hinanden, vil dynamo og ledninger blive gennemløbet af en meget kraftig strøm, fordi dynamoens indre modstand og ledningsmodstanden begge er små. Samme virkning vil optræde, hvis + skinnen får forbindelse til jord (stel), fordi ÷ skinnen er jordforbunden (stelforbunden), så strømmen kan gå fra + til ÷ gennem jord (stel).

Kortslutninger er farlige, fordi den voldsomme kortslutningsstrøms varmeudvikling kan ødelægge den maskine eller det batteri, som det går ud over, ligesom ledningsisolationen kan tage skade og i værste fald en ildbrand startes. Man kan gardere sig mod de skadelige virkninger af kortslutninger ved hjælp af sikringer eller maksimalafbrydere, der bryder strømmen, når den bliver for stor.

### 12. MAGNETISME OG MAGNETISKE FELTER.

Produktion af elektrisk strøm i generatorer (dynamoer) og den elektriske strøm<sup>s</sup>udnyttelse i elektromotorer og relæer beror på en vekselvirkning mellem elektrisk strøm og magnetisme. Et vist kendskab til magnetisme er derfor nødvendigt for forståelsen af elektriciteten og dens udnyttelse.

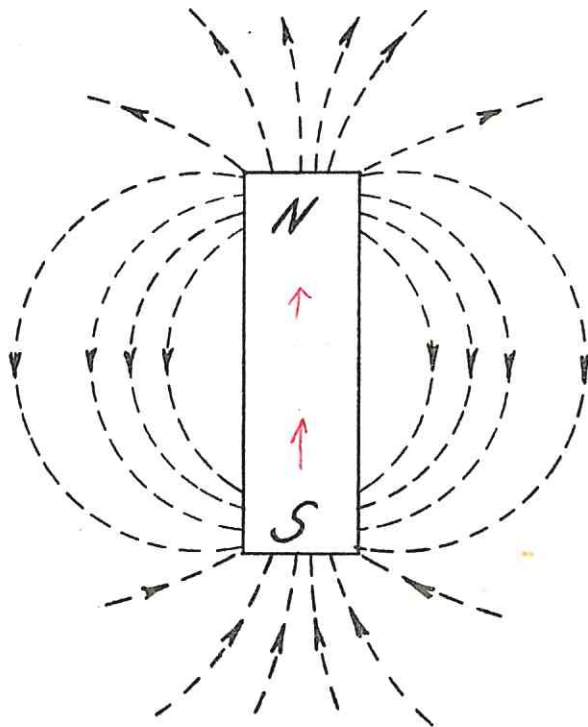
En almindelig hestekomagnet er en såkaldt permanent magnet, d. v. s. den bevarer sin styrke. Materialet i den er hærdet stål. Til instrumenter og andet specielt brug laves permanente magneter af specielle legeringer.

Dykker man en hestekomagnet eller en stangmagnet i jernfilspåner, vil filspånerne hovedsageligt hænge ved i enderne og ikke på midten. Den magnetiske kraftvirkning er altså knyttet til magnetens ender, som man kalder polerne. En magnets to poler er forskellige. Ophænges en stangmagnet (f. eks. kompasnål) så den frit kan dreje sig, vil den påvirket af jordklodens magnetfelt altid stille sig med en bestemt pol mod nord. Denne pol kaldes stangmagnetens nordpol, den anden pol dens sydpol. Bringes en anden stangmagnet hen i nærheden af den drejeligt ophængte magnet vil det vise sig, at sidstnævnte magnet vil dreje sig. Det viser sig at en nordpol og en sydpol tiltrækker hinanden, medens magneternes nordpoler (sydpoler) frastøder hinanden.

Den magnetiske kraftvirkning er stærkest lige ved polerne og taber sig hurtigt med afstanden. Det rum omkring magneten, hvor den magnetiske virkning kan spores, kaldes det magnetiske felt. Et magnetfelt er usynligt men kan anskueliggøres ved hjælp af tænkte kraftlinier, der går gennem luften fra den ene pol til den anden.

Fig. 7 viser feltet omkring en stangmagnet. Pilene på kraftlinierne viser, i hvilke retning en nordpol påvirkes.

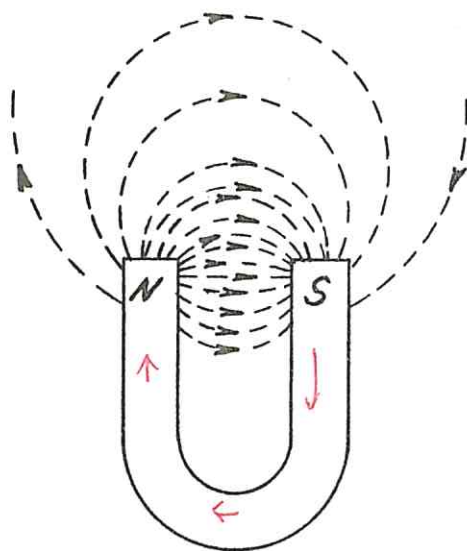
Fig. 7.



Et kraftliniebillede som det viste kan man få frem ved at drysse jernfilspåner på et stykke karton, der er lagt over magneten.

Fig. 8 viser magnetfeltet omkring en hesteskomagnet. På grund af tiltrækningen mellem sydpol og nordpol fås

Fig. 8.

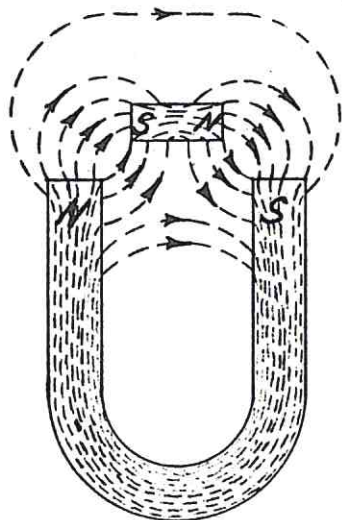


et forholdsvis stærkt felt i rummet imellem dem, hvilket illustreres ved, at kraftlinierne her ligger tættest.

Anbringes et stykke blødt jern i et magnetfelt, bliver det magnetisk jvfr. fig. 9 med nordpol nærmest magnetens sydpol og omvendt. Herved vil det oprindelige magnetfelt blive deformeret, idet kraftlinierne ligesom suges ind i jernet.



Fig. 9.



Man tænker sig, at kraftlinierne forløber som lukkede kurver igennem magnet, luft og blødt jern som vist på fig. 9.

Kraftlinierne går lettest gennem jern og vil derfor helst følge dette. Lægges et stykke blødt jern som "anker" direkte på hesteskomagnetens poler, vil der kun gå få kraftlinier over gennem luft, hesteskomagnetens ydre felt vil altså være meget svagt.

Når blødtjerns-stykket fjernes fra magnetfeltet, vil det (i modsætning til hårdt stål) miste næsten al sin magnetisme.

### 13. ELEKTROMAGNETISME.

En elektrisk strøm danner et magnetisk kraftfelt omkring sig. Fig. 10 viser

Fig. 10.

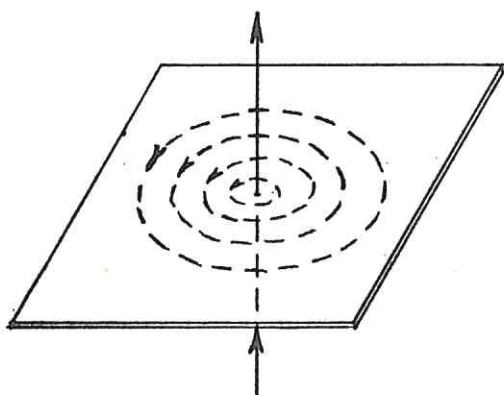
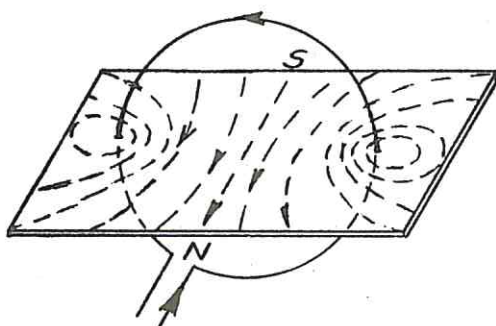


Fig. 10 viser hvorledes kraftlinebilledet tager sig ud for en retlinet leder, der er ført gennem et stykke pap, på hvilket der er drysset jernfilspåner. Feltet er cirkulært og kraftigst nær ved lederen. Feltrretningen er vist ved pile.

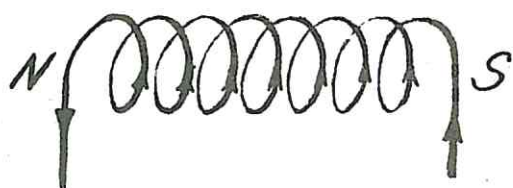
En cirkulær strøm vil have et magnetfelt som vist på fig. 11. Feltrretningen er vist ved pile.

Fig. 11.



Vikles lederen op med flere vindinger får man en spole eller solenoide. Sendes der jævnstrøm gennem spolen, fås et felt omtrent som for en stangmagnet (jfr. fig. 7). Spolen vil altså have nordpol i den ene ende og sydpol i den anden ende. Polerne kan, når man kender strømretningen, bestemmes ved Højrehandsreglen: Holdes højre hånd om spolen med fingrene pegende i strømretningen, vil nordpolen være til tommelfingersiden (jvfr. fig. 12).

Fig. 12.



En spoles magnetiserende kraft vil være bestemt af ampereviklingstallet, der er strømstyrken i Ampere multipliceret med

antal vindinger.

Ampereviklingstallet er dog ikke ensbestemmende for feltstyrken. Hvis spolen forsynes med en kerne af blødt jern, fås en meget kraftig forstærkning af det magnetiske felt.

En spole med jernkerne kaldes en elektromagnet. Det kan f. eks. være en simpel stangmagnet, som fig. 13.

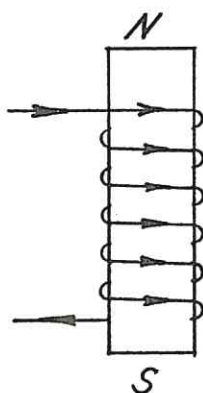


Fig. 13.

Styrken af magnetpolerne i blødt-jernkernen forøges med stigende ampereviklingstal, men kun til en vis grænse, hvor jernet siges at være mættet med magnetisme. Afbrydes strømmen, forsvinder magnetpolerne omtrent. Den tilbageværende magnetisme kaldes remanent magnetisme.

Elektromagneter finder udbredt anvendelse i motormateriellets elektriske installation, f. eks. i relæer og magnetventiler samt til at tilvejebringe magnetfelter i de elektriske maskiner.

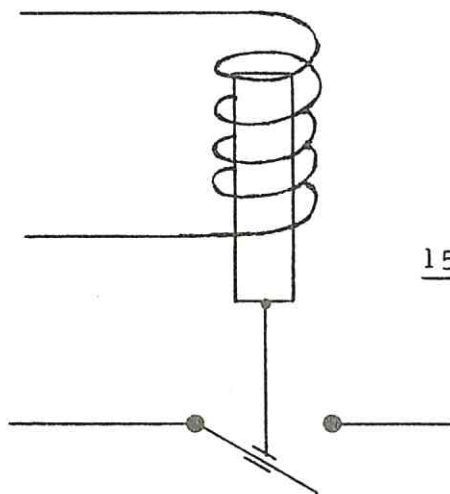
#### 14. MAGNETVENTILER OG RELÆER.

En magnetventil (eller elektroventil) er en fjernbetjent ventil, hvis ventillegeme bevæges af en elektromagnet.

Et relæ er et fjernbetjent kontaktapparat, hvis kontaktmekanisme bevæges af en elektromagnet.

Til dette brug udføres elektromagneten normalt med bevægelig jernkerne (også kaldet anker) i spolen. Ankeret anbringes lidt uden for spolen, jvfr. fig. 14, der

Fig. 14.



skematisk viser et relæ med en åben kontakt. Når der sendes en passende strøm gennem spolen, vil dennes magnetfelt tiltrække ankeret, så dette suges ind i spolen, hvorved kontakten slutter. Når strømmen i spolen afbrydes, vil ankeret ved sin og kontaktapparatets vægt falde ud, så kontakten åbner.

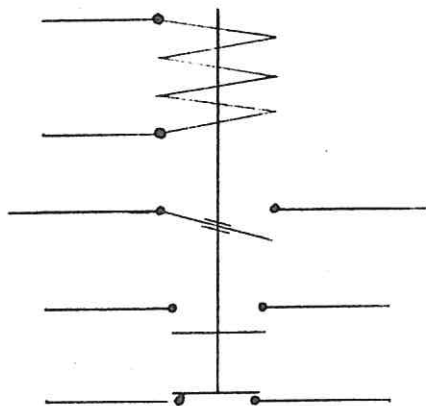
#### 15. KONSTRUKTIONSDETAILLER VEDRØRENDE RELÆER.

I praksis er der mangfoldige forskellige udførelser af relæer, og der er i motormateriellet ofte flere kontakter i hvert relæ, der afbryder eller slutter



forskellige strømkredse. I tegnings - signatur kan et relæ være vist som

Fig. 15.



på fig. 15, der viser et relæ med en åben hovedkontakt for stærk strøm samt to bikontakter ( en åben og en lukket) for svagere strømme. (På skematiske tegninger af elektriske installationer (Strømskemaer) tegnes relæerne, som de vil stå uden strøm i spolen - altså anlægget strømløst).

I nogle relæer påvirkes ankeret af en fjeder, der kan indstilles, så relæet først bliver aktivt ved overskridelse af en bestemt strømstyrke i spolen (Maksimalrelæer, feltsvækningsrelæer).

Der skal en større strøm i spolen til at indkoble (aktivere) et relæ end til

at holde det inde. (Man kunne altså klare sig med mindre holdestrøm end indkoblingsstrømmen). Et relæ vil derfor falde ud ved en lavere strøm i spolen, end det kobler ind ved (jvfr. feltsvækningsrelæer).

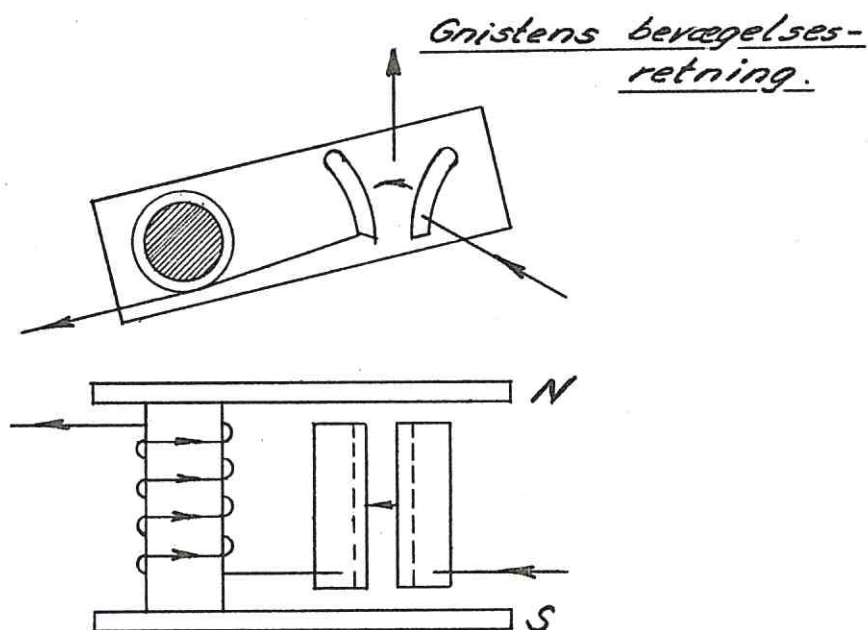
Det største problem ved et relæ er vel nok at udføre det, så dets kontakter slutter godt og pålideligt. Blot en smule snavs eller en lille ujævnhed kan være tilstrækkelig til at skabe dårlig berøring mellem kontaktfladerne og derved ingen eller for lille strømgennemgang.

Ved afbrydelse af en elektrisk strøm sker der altid en gnistdannelse - større eller mindre efter forholdene. Gnisten er særlig kraftig ved afbrydelse af strøm i spolerne på store elektromagneter, f. eks. feltmagneterne i de elektriske maskiner, da der i sådanne er stor selvinduktion (se afsnit 36). Den høje temperatur i gnisten forårsager iltning, eventuelt forbrænding af kontaktmaterialet, der som oftest er kobber.

Ved at udføre kontaktmekanismen, så kontaktstykkerne gnubber og ruller mod hinanden under slutning og afbrydning, opnås en vis selvrensende virkning, samt at strømafbrydelse og dermed gnistdannelse ikke foregår på det sted af kontaktfladen, hvor strømovertagelsen sker, når kontakten er i ro i sluttet stilling.

For hurtigt at få slukket afbrydningsgnisten er nogle relæer udstyret med "Blæsemagnet", der enten kan være en elektromagnet magnetiseret af selve strømmen, der skal brydes, eller en permanent magnet. Som nærmere omtalt i afsnit 16 påvirkes en elektrisk strøm med en vis kraft af et magnetfelt. Ved at anbringe kontakten i feltet mellem polerne på en hesteskomagnet opnås det, at gnistbanen, der består af glødende luft og metaldampe, ligesom blæses bort af magnetkraften og erstattes med normal atmosfærisk luft, der isolerer godt,

Fig. 16.



jvfr. fig. 16, der skematisk viser et sådant arrangement.

For at forhindre gnisten eller flammen i at slå over til blæsemagneten afskærmes kontakterne med en gnistskærm - evt. kan blæsemagneten være indstøbt i gnistskærmen.

I nyere relæ-typer er kontakterne indelukket bag dæksler for at forhindre snavsafsætning på kontaktfladerne. Ofte er kontaktfladerne udført af sølv. Da sølviltes ledningsevne er lige så god eller bedre end sølv, behøver sølvkontakter kun afpudsning, når der er sket forbrænding af kontaktfladerne; men de skal naturligvis som andre kontakter holdes rene for snavs.



## 16. ELEKTROMOTORPRINCIPPET.

En strømførende leder, der fører tværs gennem et magnetfelt, påvirkes med en vis kraft på tværs af sin længderetning, jvfr. fig. 17. Kraften stiger med feltstyrken og med strømstyrken i lederen.

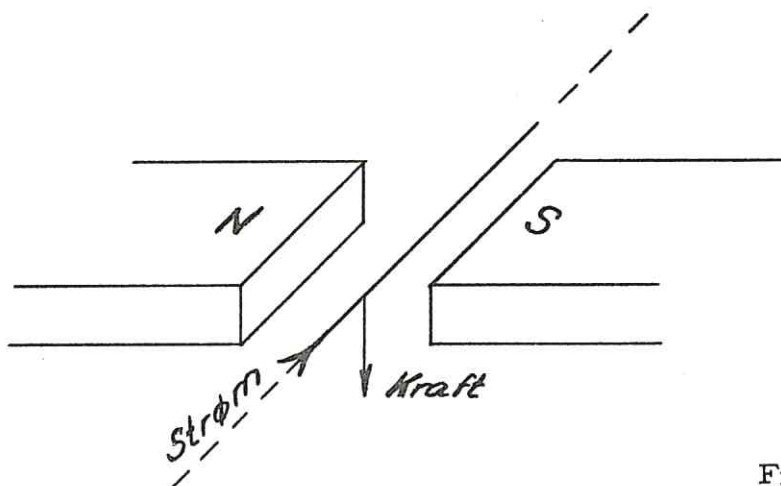


Fig. 17.

Kraftretningen er bestemt af feltretning og strømretning. Vendes én af delene, skifter kraften retning (Holdes højre hånd langs lederen med fingrene pegende i strømretningen og håndfladen vendt mod nordpolen, vil lederen påvirkes i retning af lillefingeren).

Det er dette princip, der danner basis for jævnstrømsmotorers virkemåde.

## 17. DYNAMOPRINCIPPET.

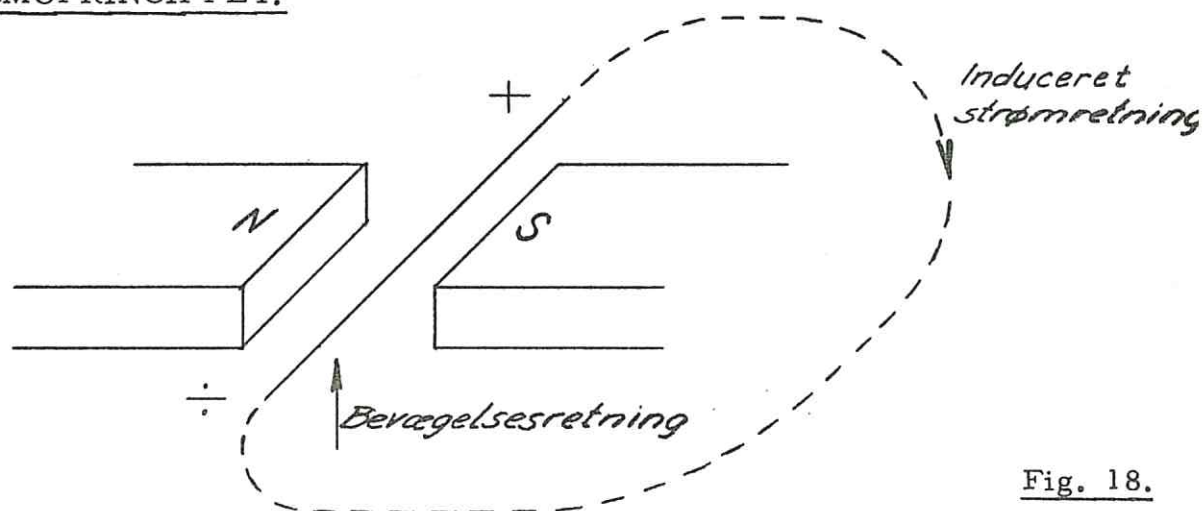


Fig. 18.

Når en leder bevæges på tværs af sin længderetning og på tværs af et magnetfelt, vil der induceres en spænding (elektromotorisk kraft) i den, jvfr. fig. 18. Jo hurtigere lederen bevæges, og jo kraftigere feltet er, desto højere bliver spændingsforskellen mellem de to ender af lederstykket. Hvis enderne af lederstykket forbindes med en ledning, som antydtes med punkteret linie, vil der i den derved fremkomne strømkreds gå en elektrisk strøm, hvis styrke er bestemt af den inducerede spænding og modstanden i strømkredsen (Ohms lov).

Så længe der ingen strøm går i lederstykket, påvirkes det ikke af nogen kraft fra magnetfeltet. Når strømkredsen er sluttet, påvirkes lederstykket derimod af en kraft, der er rettet imod bevægelsesretningen - sammenlig fig. 17 og

fig. 18. Kraften stiger med feltstyrken og strømstyrken. Der skal altså udføre arbejde for at frembringe elektrisk strøm.

## 18. DYNAMOER OG MOTORER.

Jævnstrømsdynamoer og motorer består af de samme elementer og er udført omtrent ens, således at der ikke er noget i vejen for, at den samme maskine kan virke enten som dynamo eller som motor. Skal maskinen virke som dynamo, skal dens rotor (anker) trækkes rundt af en kraft-maskine, f. eks. en dieselmotor.

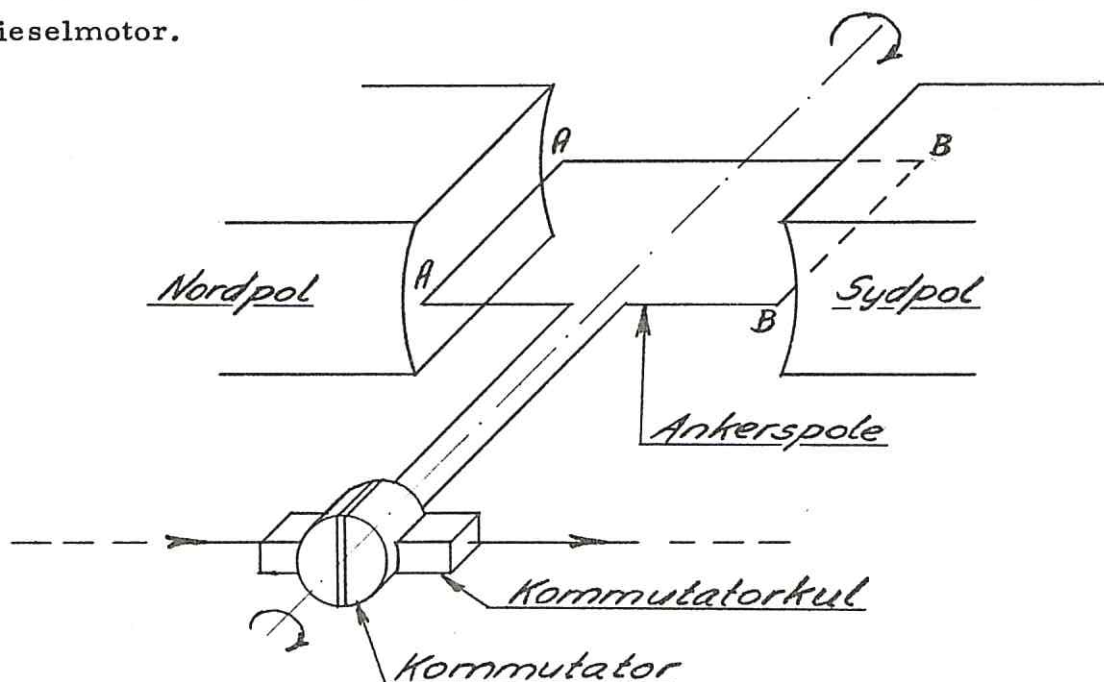



Fig 19.

I fig. 19 er som illustration af konstruktionsprincippet vist en ganske primitiv maskine. Dens anker (rotor) har kun en enkelt spole (med én vikling), der kan rotere i et magnetfelt, og hvis ender går til en kommutator. Kommutatoren er vist som en kobbercylinder delt på langs af en skive isoleringsmateriale. Mod kommutatoren trykkes to kul, og gennem disse sker til- og afgang af ankerstrøm.

Dynamo. Tvinges spole og kommutator til at rotere, vil der induceres spænding i spolesiderne A-A og B-B, jvfr. afsnit 17, og hvis de to kommutatorkul forbindes med en ydre ledning, vil der gå en strøm som antydnet med pile. Da strømretningen i spolesiderne A-A og B-B skifter under spolens rotation, fordi spolesiderne skiftes til at bevæge sig opad og nedad i feltet, er der åbenbart i selve spolen tale om en vekselstrøm; men kommutatoren virker som ensretter, så maskinen afgiver en jævnstrøm. På grund af maskinens primitive udførelse må det blive en pulserende jævnstrøm med styrke 0, når spolen passerer midterplanet mellem magnetpolerne. Strømretningen skifter, hvis omdrejningsretningen ændres, eller magnetpolerne vendes.

Motor. Sendes der strøm igennem maskinen som vist, vil spolen dreje sig modsat den tegnede omløbsretning, jvfr. afsnit 16. Der vil under rotationen induceres en spænding i viklingen modsat drivspændingen (den inducerede modspænding).



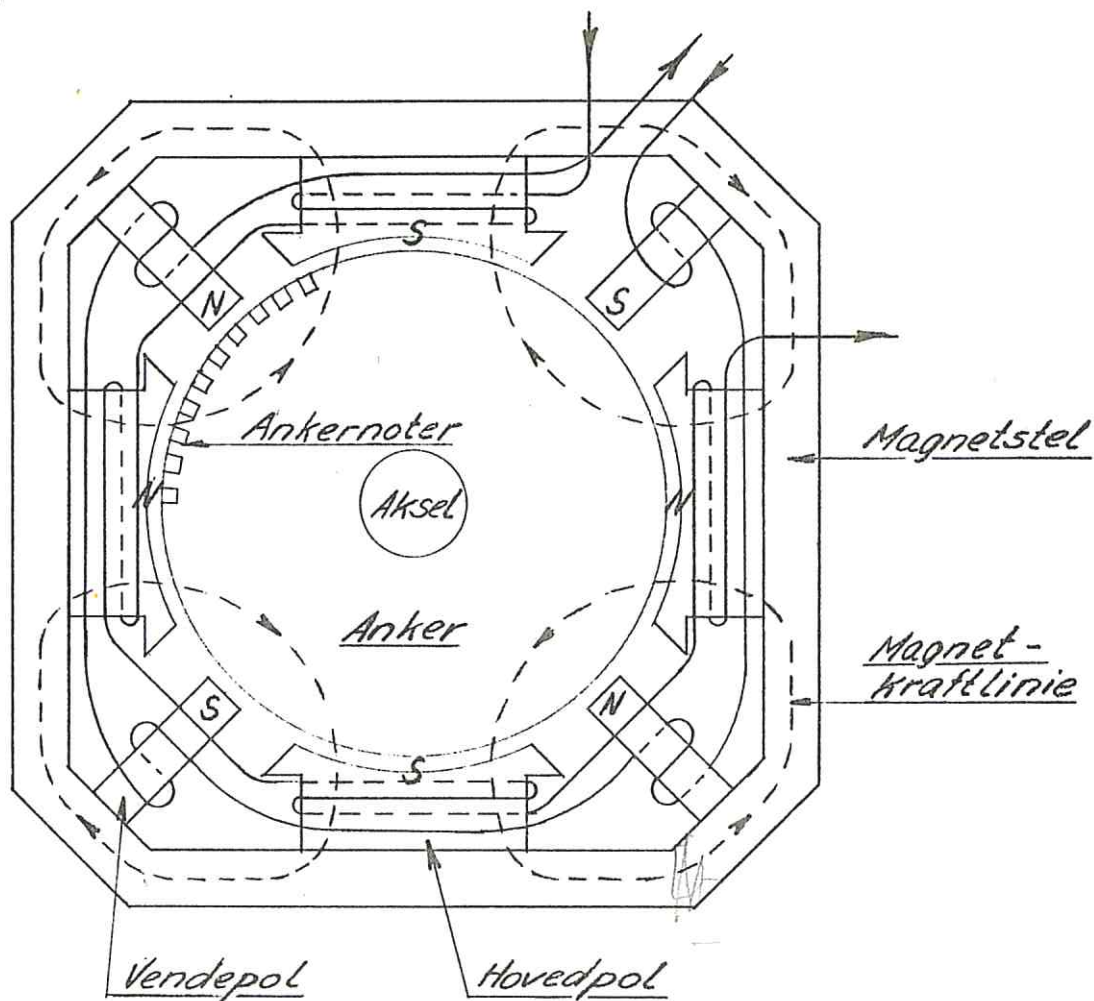
Motorens omløbsretning vendes, hvis ankerstrømmen eller magnetpolerne vendes. 

### 19. KONSTRUKTIONSDETAILLER VEDRØRENDE DYNAMOER OG MOTORER.

På fig. 20 er noget skematiseret vist et tværsnit i en elektrisk maskine. Om de viste hoveddele skal følgende oplyses:

Magnetstellet består af en blødtstål cylinder i hvilken der er fastboltet Hovedpoler og Vendepoler af blødt stål. Polerne er elektromagneter.

Fig. 20.



Hovedpolernes magnetpoler (magnetviklingen) er vist serieforbundet på en sådan måde, at hveranden pol er nordpol og hveranden sydpol. Desuden er antydnet forløbet af de magnetiske kraftlinier i hovedfeltet. Antallet af hovedpoler afhænger af maskinens størrelse. Der kan være mere end én magnetvikling på hovedpolerne, jvfr. afsnit 20 med beskrivelse af forskellige maskintyper.

I mellemrummene mellem hovedpolerne er på større maskiner anbragt Vendepoler (Kommuteringspoler). Magnetiseringsspolerne på vendepolerne gennemløbes altid af ankerstrømmen. Vendepolernes funktion er at ophæve den magnetiserende virkning af ankerstrømmen, der søger at danne poler på overfladen af ankeret i mellemrummet mellem hovedpolerne. Disse poler ville forstyrre hoved-magnetfeltet. Tilstedeværelsen af vendepolerne sikrer gnistfri kommutering ved alle belastninger, d. v. s. at der ikke dannes gnister ved kommutator-kullene.

Ankeret har form som en tromle. Det er opbygget af tynde cirkulære plader af magnetblik, der er presset på et nav, der igen sidder på ankerakslen. Magnetblikpladerne er isoleret mod hinanden. Ved denne lamellerede opbygning af ankerets jernmasse forhindres det, at der dannes sig inducerede strømme (hvirvelstrømme) i denne under ankerets rotation i magnetfeltet.

Ankerviklingen ligger i langsgående noter i ankertromlens overflade. Enderr af de enkelte ankerspøler er loddet til kommutatorens lameller på en sådan måde, at de danner en fortløbende vikling. For at hindre ankerviklingen i at blive slynget ud af noterne af centrifugalkraften, er den kilet fast, ligesom den er fastholdt af ankerbandager af ståltråd eller glastråd. Ankerakslen er lejret i rulningslejer i maskinens endedæksler.

Kommutatoren er opbygget af smalle lameller af kobber. Der er lige så mange lameller, som der er noter i ankerromlen.

Kommutatorkullene trykkes mod kommutatoren af fjedre. Den elektriske forbindelse mellem tilgangsledninger og kul sker gennem bøjelige lidser, der er indstøbt i kullene. Kommutatorkullene sidder samlet i kulholderne med 2-4 stk. i hver kulholder. Af kulholdere er der normalt lige så mange, som der er hovedpøler. Hver anden kulholder er + pol og hveranden er ÷ pol. Pøler af samme polaritet (+ eller ÷) er parallelforbundne.

## 20. FÆLLESLOVE FOR DYNAMOER OG MOTORER.

Uanset maskintypen gælder der følgende almindelige love:

For dynamoer:

- I.) Den inducerede spænding, som frembringes af maskinen, vokser med omdrejningstallet og med styrken af magnetfeltet.
- II.) Magnetfeltets styrke vokser, når strømstyrken i magnetviklingen forøges, indtil jernet i magnetstellet er mættet med magnetisme. (Den magnetiserende kraft i en magnetspole afhænger af ampereviklingstallet).

For enhver dynamo gælder naturligvis, at den afgivne strømstyrke er bestemt af dynamospændingen samt den modstand og eventuelle modspænding, der er til stede i ankerkredsløbet.

For elektromotorer: Ovenstående love nr. I og II gælder, blot skal i nr. I læses: Den inducerede modspænding vokser med omdrejningstallet og styrken af magnetfeltet.

Desuden gælder:

- III. Motorens drejningsmoment (trækkraften) vokser, dels når strømmen i ankeret forøges, dels når magnetfeltet gøres stærkere.

For en elektromotor vil den optagne ankerstrøm  $A$  være afhængig af drivspændingen  $V$ , den i ankeret inducerede modspænding  $E$ , der varierer med omdrejninger og feltstyrke, samt motorens indre modstand:  $R$ , idet  $A = \frac{V - E}{R}$ . Står motoren stille, er  $E = 0$  og man får  $A = \frac{V}{R}$ . Da den indre modstand  $R$  normalt



er lille, bliver igangsætningsstrømmen meget stor, hvis man pludselig sætter fuld spænding på den stillestående motor. Når motoren løber op i omdrejningen stiger den modelektromotoriske kraft, hvorved strømstyrken  $A$  reduceres, indtil motoren har indstillet sig på et omdrejningstal, hvor strømmen passer til belastningen. Er der ingen ydre belastning, vil omdrejningerne stige, til den inducerede modspænding er næsten lig drivspændingen ved maskinens tomgangsomedrejninger.

Efter magnetiseringens udformning kan der i øvrigt skelnes mellem forskellige typer elektriske maskiner med forskellige egenskaber. Her skal kun omtales visse maskintyper, der anvendes i trækraftmateriellet. Maskintypernes vikling er på de respektive tegninger vist i diagramform, hvoraf det bl. a. ikke fremgår, hvor mange poler (hoved- og vende-) maskinerne har, hvilket i denne forbindelse er ligegyldigt.

## 21. DEN FREMMEDMAGNETISEREDE DYNAMO.

Princippet er vist på fig. 21. Hovedpolernes vikling modtager strøm fra en (ikke vist) fremmed strømkilde (f. eks. et batteri). Strømstyrken i feltviklingen kan reguleres og dermed magnetfeltets styrke.

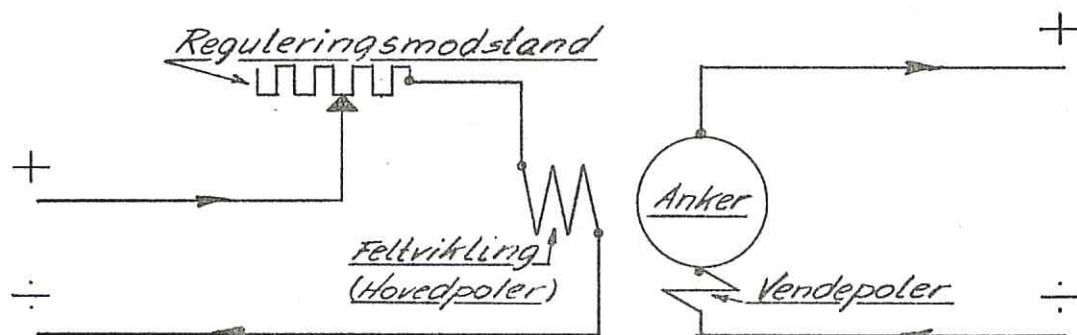
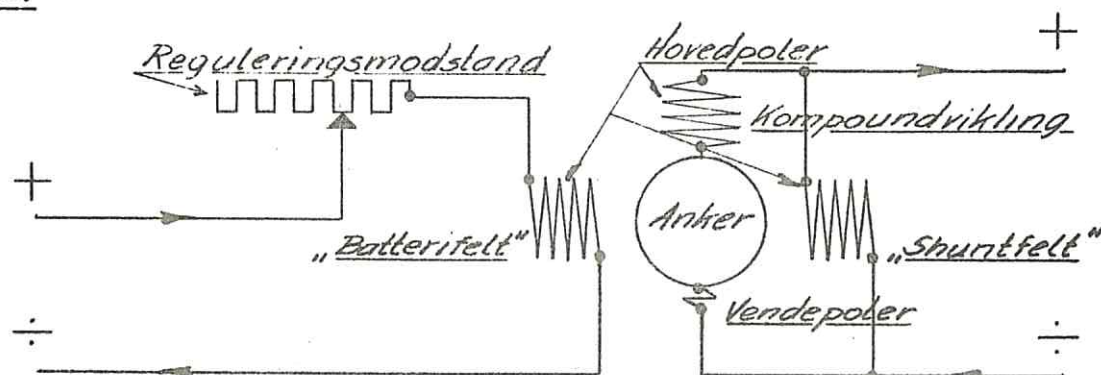


Fig. 21.

Ankerspændingen kan reguleres, dels ved den omtalte feltregulering, dels ved regulering af ankerets omdrejninger.

Mo, Mk og Mp og Mt har fremmedmagnetiseret hoveddynamo af denne type.

Fig. 22.



## 22. DEN FREMMEDMAGNETISEREDE OG MODKOMPOUNDEREDE SHUNT-DYNAMO.

På My- og Mx loko har hoveddynamoens hovedpoler følgende magnetiseringsviklinger, jvfr. fig. 22:

### 1. Vikling for fremmedmagnetisering.

Denne forsynes med reguleret strøm fra batteriet og fremkalder det såkaldte "batterifelt".

2. Shuntvikling. Denne er tilsluttet dynamoens udgangsledninger. Den har stor modstand og optager derfor kun en lille del af den i ankeret producerede strøm. Strømmen i shuntviklingen er proportional med dynamospændingen - altså størst, når spændingen er størst.

Shuntviklingen samvirker med og forstærker "batterifeltet".

3. Modkompoundvikling. Denne er en serievikling gennemløbet af ankerstrømmen. Denne feltvikling modvirker det af viklingerne 1 og 2 tilsammen frembragte felt.

Tænkes "batterifeltet" holdt konstant, vil der ved stor banemotorstrøm være et kraftigt modkompound-felt, hvilket automatisk bevirker, at hovedpolerne er svagt magnetiserede, og derfor dynamospændingen lav. Omvendt vil der ved lille banemotorstrøm være et svagt modkompoundfelt, hvilket automatisk bevirker, at hovedpolerne er kraftigt magnetiserede, og derfor dynamospændingen høj. Modkompoundingen tilstræber altså automatisk at holde den afgivne effekt (Volt x Ampere) konstant ved samme stilling af kørekontrolleren, selvom lokomotivets kørehastighed og den afgivne strøm til banemotorerne varierer.

Udover ovennævnte viklinger er hovedpolerne forsynet med kompensationsvikling, der modvirker ankeromagnetismens indvirkning på hovedpolerne - samt en startevikling.

## 23. MED- OG MODKOMPOUNDEREDE DYNAMOER.

Ladedynamoerne i Mo, Mk, Mb og Ms er både mod- og medkompounderede. Modkompoundingen, der omfatter ladestrømmen ved 1' og 2' hastighed, har til formål at begrænse ladedynamoens spænding ved delbelastning, hvor dieselaggregatet kører med forholdsvis højt omdrejningstal (Kontrollerstillingerne 1 og 2). Medkompoundingen, som forstærker hovedfeltet, når strømafgivelsen stiger, er afpasset således, at dynamoen omtrent holder sin spænding, også ved stor strømafvigelse til hjælpemaskineri, f. eks. når kompressoraggregaterne kører. Uden medkompound (eller anden ekstra magnetisering) ville dynamoens spænding falde ret stærkt ved stor belastning.

## 24. SHUNT-MOTOREN.

Til drift af hjælpemaskineri, f. eks. banemotorventilatorer i Mo-vognene, anvendes shuntmotorer. I en shuntmotor er magnetiseringsviklingen forbundet parallelt med ankeret (shunt betyder at gå uden om) se fig. 23. Magnetfeltet kan derfor regnes for konstant, når spændingen er konstant. Feltviklingen be-



står af tynd tråd og har mange viklinger. Den har derfor stor modstand og optager kun en lille strøm.

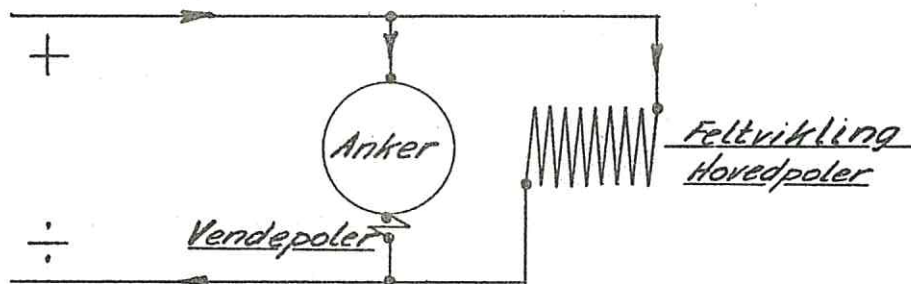


Fig. 23

Den af ankeret optagne strøm  $A$  Amp kan, som omtalt i afsnit 20, udtrykkes ved ligningen:  $A = \frac{V-E}{R}$ , hvor  $V$  er netspændingen og  $E$  den inducerende modspænding i ankeret og  $R$  motorens ohmske modstand.

Eksempel:  $V = 100$  Volt.  $A = 25$  Amp.  $R = 1/5$  Ohm. Heraf fås  $E = 95$  Volt ved de givne omdrejninger.

Fjernes belastningen fra en arbejdende shuntmotor, vil omdrejningstallet stige, men ikke ret meget, fordi den inducerede modspænding stiger omtrent proportionalt med ankerets omdrejninger i det konstante magnetfelt.

I eksemplet, hvor modspændingen  $E$  var 95% af netspændingen  $V$ , skal omdrejningerne blot stige ca. 5% for at gøre  $E = V$  og drivstrømmen lig 0. Tvinges omdrejningerne yderligere i vejret, vil  $E$  blive større end  $V$  og motoren altså virke som dynamo og sende strøm tilbage i nettet.

En shuntmotors omdrejningstal varierer altså ikke meget mod belastningen.

Shuntmotorens trækkeevne (drejningsmoment) er, da feltstyrken er konstant, omtrent proportional med ankerstrømmen ( $M = \text{konst.} \times A$ ). Den af motoren forbrugte effekt er  $A \times V$  watt. Når  $V$  er konstant, er effekten altså proportional med strømstyrken  $A$ .

Ved regulering af shuntstrømmen kan omdrejningstallet reguleres. Tænker man sig i eksemplet fra før shuntstrømmen og dermed magnetfeltet svækket 5%, vil  $E$  falde ca. 5%, altså ca. 5 Volt. Hermed fordobles  $V \div E$  fra 5 til ca. 10 Volt og  $A$  dermed fra 25 til ca. 50 amp. Selv om feltet er svækket 5%, vil trækraften altså være øget næsten til det dobbelte. Maskinen vil derfor gå op i omdrejninger, til ny balance er indtrådt.

En shuntmotor kan altså reguleres op i omdrejninger ved svækning af feltet (magnetiseringsstrømmen), og regulering nedad i omdrejninger sker ved forstærkning af feltet (magnetiseringsstrømmen).

Som nævnt har feltviklingen i en shuntmotor stor modstand (mange viklinger, tynd tråd), og optager kun en ringe strøm. Varmetabet ved at regulere på shuntstrømmen er derfor ikke ret stort, og da der kun skal en lille regulering til for at give stor virkning på omdrejningstallet, bevarer maskinen sin trækkeevne ret upåvirket af omdrejningstallet.

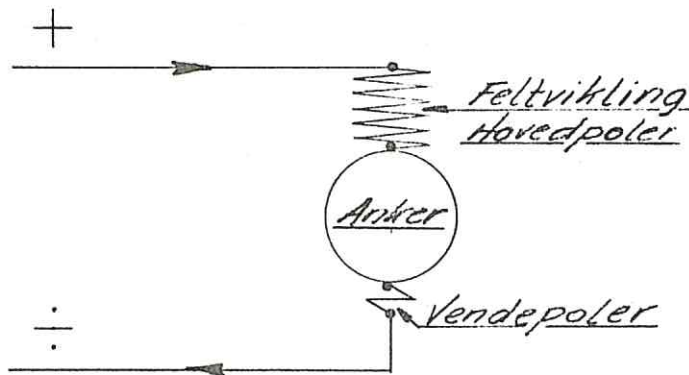
Hvis man svækker ankerstrømmen ved hjælp af en modstand, vil shuntmotorens omdrejninger gå ned, fordi dens trækkeevne falder. Regulering af den stærke ankerstrøm medfører, at der i reguleringsmodstanden opstår stor varmeudvikling. Regulering på ankerstrømmen vil man derfor normalt undgå. Den findes dog på Mk/Fk for tagkøler-ventilatorerne.

Hvis man på fig. 23 ombytter + og ÷ for netspændingen (vender polariteten) vil strømmen skifte retning både i anker og magnetfelt, og motorens omløbsretning vil være uændret. For at vende motorens omløbsretning er det nødvendigt, at kun én af delene, enten ankerstrøm eller felt, bliver vendt.

## 25. SERIEMOTOREN.

I seriemotorer er anker og feltvikling forbundet i serie med hinanden, jvfr. fig. 24. Når der går en kraftig ankerstrøm, vil magnetfeltet også være stærkt - og omvendt.

Fig. 24.



Motorens trækraft (drejningsmoment) er derfor tilnærmelsesvis proportional med drivstrømmen i 2' potens ( $M = \text{Konst} \times a^2 = \text{Konst} \times A \times A$ ). Dens trækkeevne er altså meget stor, når strømmen er stor.

Strømstyrken kan udtrykkes ved ligningen  $A = \frac{V \div E}{R}$ , hvor V er netspændingen, E den inducerede modspænding i ankeret og R motorens ohmske modstand. Da feltstyrken varierer med A, vil modspændingen E kunne udtrykkes ved ligningen:  $E = \text{Konst.} \times A \times N$ , hvor N er omdrejningerne pr. min. Ved anvendelse heraf kan ligningen for A omskrives til:

$$A = \frac{V}{R + \text{Konst} \times N}$$

Forudsættes netspændingen konstant, kan det aflæses af den sidste ligning, at en seriemotor må gå ned i omdrejninger ved stigende belastning, for at A kan blive større og give den fornødne større trækraft (drejningsmoment).

Tages belastningen helt fra en seriemotor, vil den løbe op i omdrejninger, men det ses af ligningen, at strømmen A ikke bliver 0 ved noget bestemt omdrejningstal. Seriemotoren løber derfor løbsk i tomgang og kan derved ødelægge sig selv. Den er derfor ikke egnet til anvendelse, hvor den kan blive helt aflastet.

Alt statsbanernes dieselelektriske materiel har seriemotorer som banemotorer. Til denne anvendelse er seriemotoren udmærket egnet. Omløbsretningen i seriemotoren kan vendes enten ved, at feltstrømmen vendes, eller ved at ankerstrømmen vendes.



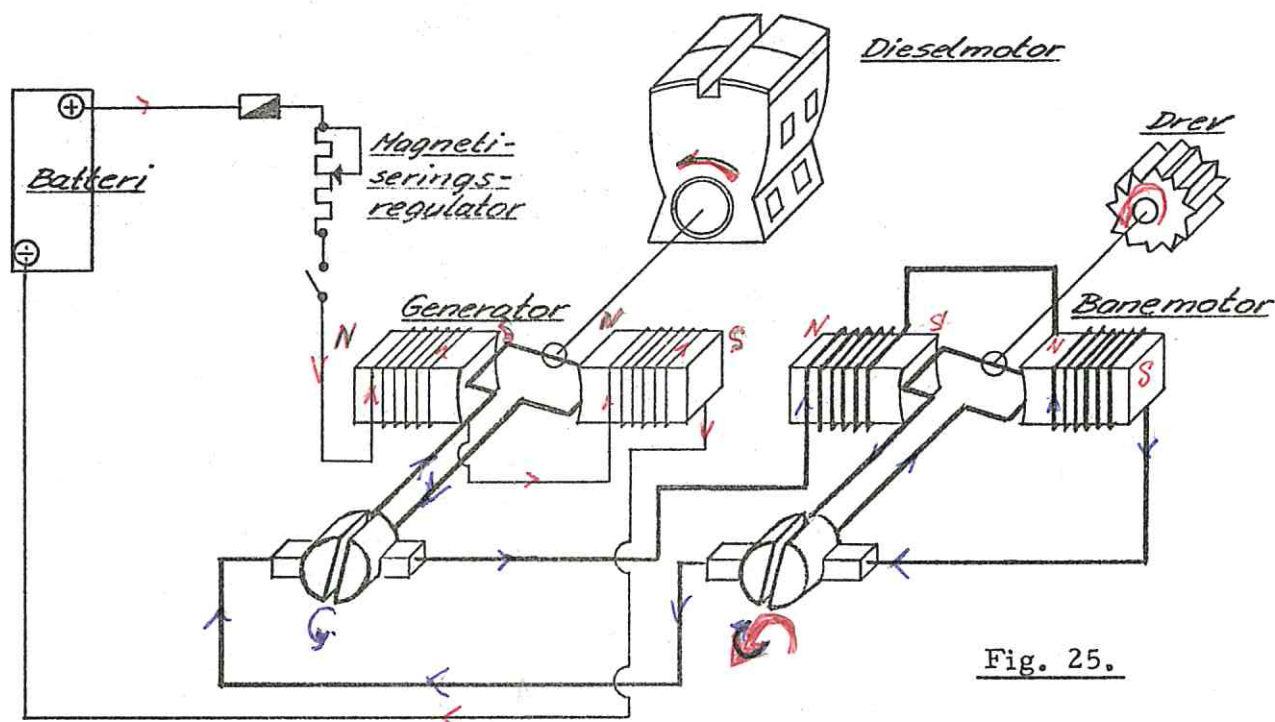


Fig. 25.

På fig. 25 er vist en fremmedmagnetiseret generator, der leverer strøm til en seriemotor (banemotor), begge maskiner vist i primitiv udførelse blot for at vise princippet. Generatoren trækkes af en dieselmotor og magnetiseres med strøm fra et batteri gennem en variabel modstand (magnetiseringsregulator). Banemotoren trækker gennem sit drev direkte på drivakslens tandhjul, som ikke er vist.

#### Igangsætning.

Ved igangsætning er der ingen modspænding i banemotorankeret, så længe motoren står stille. Da motorens ohmske modstand er lille, skal der ikke ret stor spænding på generatoren til at drive en stor strømstyrke gennem banemotoren. Der sættes derfor igang med lille magnetiseringsstrøm på generatoren - d. v. s. stor modstand indskudt i magnetiseringsregulatoren - og med lave omdrejninger på dieselmotor og generator. Banemotoren har stor trækraft (drejningsmoment) på grund af den stærke strøm. Trækraften må ikke være større end, at drivhjulsettet ikke spiller; dette bestemmer den største tilladelige værdi af strømstyrken ved igangsætning.

#### Opregulering til fuld belastning.

Når køretøjet sætter sig igang, og banemotorens anker dermed løber op i omdrejninger, vil der komme en hurtig stigende modspænding i banemotorankeret, der kan overvindes ved en tilsvarende opregulering af dynamospændingen, og dette sker dels ved kraftigere magnetisering af dynamoen (udskydning af modstand i magnetiseringsregulatoren), dels ved opregulering af dieselmotorens omdrejninger. Begge dele reguleres af lokomotivføreren ved, at han drejer op i højere og højere stillinger på kørekontrolleren. På denne måde kan den store banemotorstrøm og den deraf følgende store trækraft fastholdes under den stigende kørehas-

tighed - men kun til en vis grænse.

Under den beskrevne opregulering vil generatorens effekt ( $V \times A$ ) være stigende og dermed dieselmotorens afgivne hestekraft. Når højeste kontrollerstilling er nået, er dieselmotoren fuldt belastet og hertil svarer en bestemt generator effekt ( $V \times A$ ) som ikke må overskrides. Ved hård igangsætning nås fuld belastning ved 15 - 20 km/t - lidt forskelligt på de forskellige typer køretøjer.

#### Kørsel på fuld belastning.

Når kørehastigheden stiger yderligere, vil banemotorens modspænding stige videre, og det vil være nødvendigt at opregulere generatorspændingen  $V$  - nu udelukkende ved magnetiseringsregulering. Da generatoreffekten  $V \times A$  skal holdes konstant på den opnåede maksimale værdi, skal banemotorstrømmen  $A$  falde i takt med, at  $V$  stiger. Omvendt hvis kørehastigheden atter går ned, så stiger  $A$ , og  $V$  skal falde. Reguleringen heraf sker automatisk. På  $M_o$  og  $M_k$  og lyntog samt  $M_y$  1201-1202 sørger en reguleringsmotor (se afsnit 29) for automatisk regulering af generatorens magnetisering. På  $M_y$  og  $M_x$  er hovedgeneratorerne som tidligere nævnt (afsnit 22) modkompoundede og derudover findes en automatisk magnetiseringsregulator i forbindelse med dieselmotorens regulator.

Under kørsel på fuld belastning (højeste kontrollerstilling) haves altså følgende forhold:

<u>Lille</u> kørehastighed	<u>Stor</u> kørehastighed
<u>Lav</u> spænding på generatoren	<u>Høj</u> spænding på generatoren -
noget lavere modspænding i banemotoren	<u>lidt</u> lavere modspænding i banemotoren
<u>Stor</u> strømstyrke	<u>Lille</u> strømstyrke
<u>Stor</u> trækraft	<u>Lille</u> trækraft

Trækraften falder åbenbart med stigende kørehastighed, i overensstemmelse med at der er et begrænset antal hestekraft til rådighed. Togets køremodstand stiger derimod med stigende kørehastighed, foruden at den er afhængig af togvægt, fald eller stigning, vejr, kurver.

Når trækraften overstiger, hvad der er nødvendigt for at holde toget kørende med den forhåndenværende hastighed, vil togets hastighed tiltage - det akcelererer. Omvendt vil kørehastigheden aftage, når trækraften er mindre end køremodstanden.

Når trækraften er overlegen, må dieselgeneratoren køres i lavere belastningstrin på kontrolleren.

Ved kørsel på fuld belastning kommer man ved stor kørehastighed op på høj generatorspænding, men generatorspændingen begrænses en del ved, at der automatisk foretages feltsvækning på banemotoren, når generatorspændingen har nået en vis værdi.





## 27. FELTSVÆKNING AF SERIEMOTOR (BANEMOTOR).

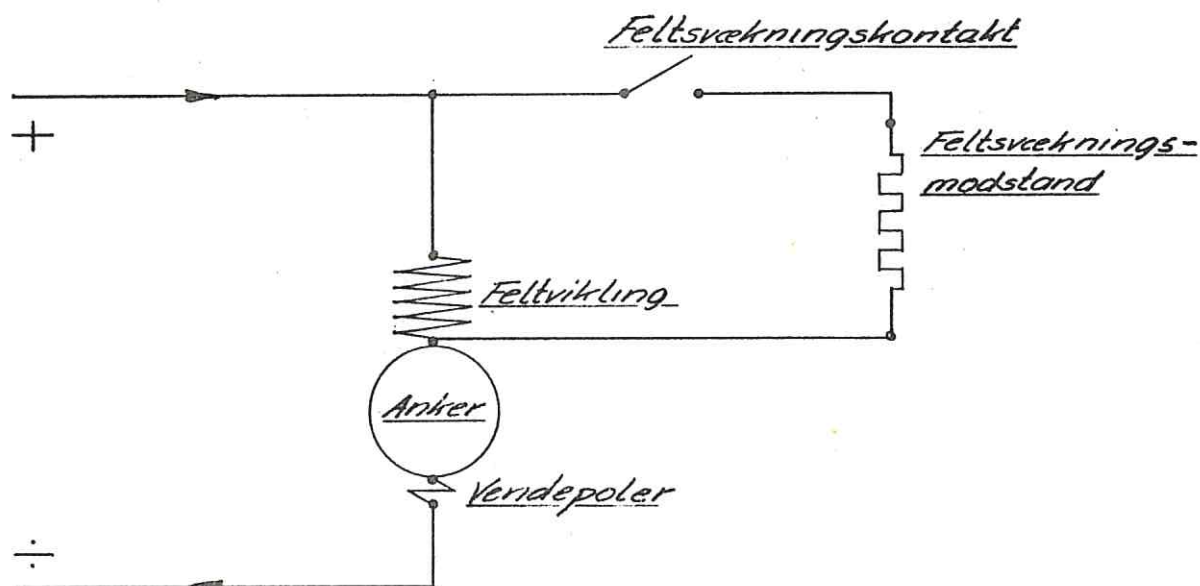


Fig. 26.

Tænker man sig, at den på fig. 26 viste seriemotor er en banemotor, der kører på fuld belastning med høj kørehastighed, vil drivspændingen  $V$  være stor og strømmen  $A$  lille. Der vil være høj induceret modspænding i ankeret.

Tænkes nu feltsvækningskontakten sluttet, så banemotorstrømmen deler sig mellem magnetvikling og feltsvækningsmodstand (eventuelt med halvt i hver) sker der en kraftig nedsættelse af motorens feltstyrke og dermed af den inducerede modspænding i ankeret. Da den inducerede modspænding i ankeret under de givne omstændigheder er langt den største hindring for strømmens passage. (Motorens ohmske modstand er jo lille), vil feltsvækningen bevirke en kraftig forøgelse af banemotorstrømmen  $A$ . Den automatiske magnetiseringsregulering for hovedgeneratoren vil omgående sørge for nedregulering af spændingen  $V$ , så generatoreffekten  $V \times A$  bliver den samme før og efter feltsvækningen. Dette svarer til, at banemotorens trækraft er den samme umiddelbart før og efter feltsvækningen, fordi feltet er svækket i samme mål som ankerstrømmen er gået op.

Efter at feltsvækning er foretaget, kan kørehastigheden forøges en del, før spændingen på generatoren igen er reguleret op på sin maksimale værdi.

Ved feltsvækningen opnås bl. a., at generator og banemotor samt ledningsnet ikke skal konstrueres og isoleres for slet så høje spændinger, som ellers ville have været nødvendigt.

## 28. DEN MEDKOMPOUNDEREDE SHUNTMOTOR.

Den medkomponerede motor har på sine hovedpoler foruden shuntviklingen med mange tynde viklinger en serievikling med få svære viklinger. De to viklinger giver magnetisering i samme retning. I diagramform er komponentmotoren vist på fig. 27.

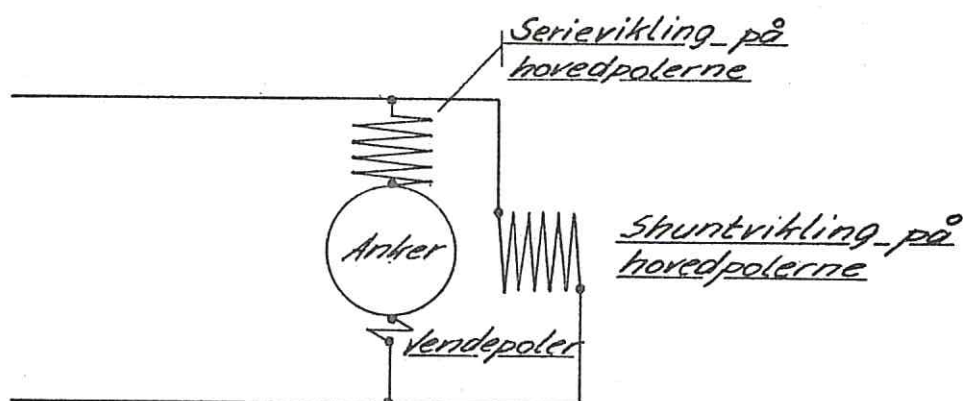


Fig. 27.

Da komponentmotoren er en mellemting mellem en seriemotor og en shuntmotor, vil dens omdrejningstal variere mere med belastningen end en shuntmotors; hvor meget vil afhænge af, hvor stærk serieviklingen er i forhold til shuntviklingen (ampereviklingstallene). Ved stor belastning har motoren stærk magnetisering, hvilket bl. a. giver sig udslag i, at den har stort startdrejningsmoment og derfor hurtigt kommer op på fuldt omdrejningstal, så den altid store startstrøm får kort varighed.

Komponentmotoren anvendes til kompressorer, pumper og ventilatorer i de dieselelektriske vogne med direkte start, d. v. s. uden igangsætningsmodstand til begrænsning af startstrømmen.



29. REGULERINGSMOTOR.

Som omtalt i afsnit 26 anvendes på f. eks. Mo-vognene en såkaldt reguleringsmotor som magnetiseringsregulator for hoveddynamo. En reguleringsmotor har 2 sæt viklinger på sine hovedpoler, det "tykke felt" med få svære viklinger gennemløbes af banemotorstrømmen, det "tynde felt" med mange tynde viklinger gennemløbes af ladestrøm til batteriet. De to feltviklinger virker modsat, og det "tykke felt" har flest ampereviklinger, hvorfor det er dette, der bestemmer hovedpolernes polaritet. Ankeret gennemløbes af hovedgeneratorens magnetiseringsstrøm, jfr. fig. 28.

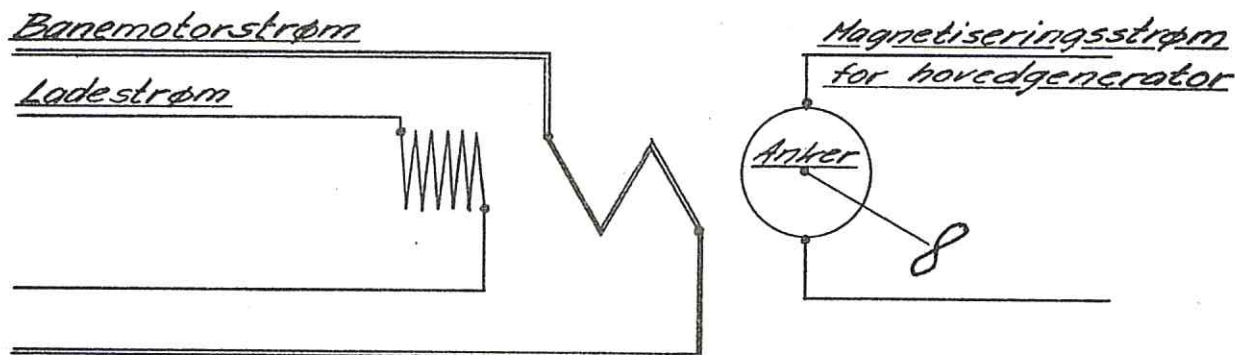


Fig. 28.

På ankerakslen er monteret en ventilator, der virker som luftbremse. Bortset herfra løber ankeret frit med omdrejninger, der er bestemt af ankerstrømmens og feltets styrke. Når en af delene mangler, står ankeret stille.

Reguleringsmotorens opgave er at regulere magnetiseringen af generatoren, således at generatoreffekten forbliver konstant ved varierende banemotorstrøm, og det er den inducerede modspænding i ankeret, der optræder som variabel magnetiseringsmodstand. Ved en bestemt kørehastighed vil der være en banemotorstrøm bestemt af den samtidige controllerstilling. Feltet i reguleringsmotoren og strømmen gennem ankeret vil have en vis styrke, og ankeret roterer med en vis hastighed. Stiger nu kørehastigheden, vil banemotorstrømmen blive mindre, fordi der i banemotorens anker induceres højere modspænding. Herved bliver feltet i reguleringsmotoren svagere. Den inducerede modspænding i reguleringsmotor-ankeret bliver derved mindre, hvorved ankerstrømmen går op, d. v. s. magnetiseringen af hoveddynamo bliver stærkere. Hoveddynamoens spænding stiger - hvilket var ønsket.

Ved faldende kørehastighed stiger banemotorstrømmen, reguleringsmotorens felt bliver kraftigere, den inducerede modspænding i reguleringsmotorankeret bliver højere, så ankerstrømmen går ned, d. v. s. magnetiseringen af hoveddynamo og dermed den spænding går ned.

Ankerstrøm og feltstyrke i reguleringsmotoren varierer modsat på en sådan måde, at dens omdrejninger holder sig nogenlunde konstante i et stort re-

guleringsområde; men ved store kørehastigheder, hvor banemotorstrømmen er svag, bliver feltet i reguleringsmotoren så svagt, at dens drejningsmoment forsvinder, og den går næsten eller helt i stå.

### 30. HASTIGHEDSMÅLER.

Mange af motorkøretøjerne (f. eks. Mo og Mh) er udstyret med en Deuta-hastighedsmåler trukket af en bøjelig aksel fra et hjulsæt. En sådan hastighedsmåler er i princippet indrettet som vist på fig. 29.

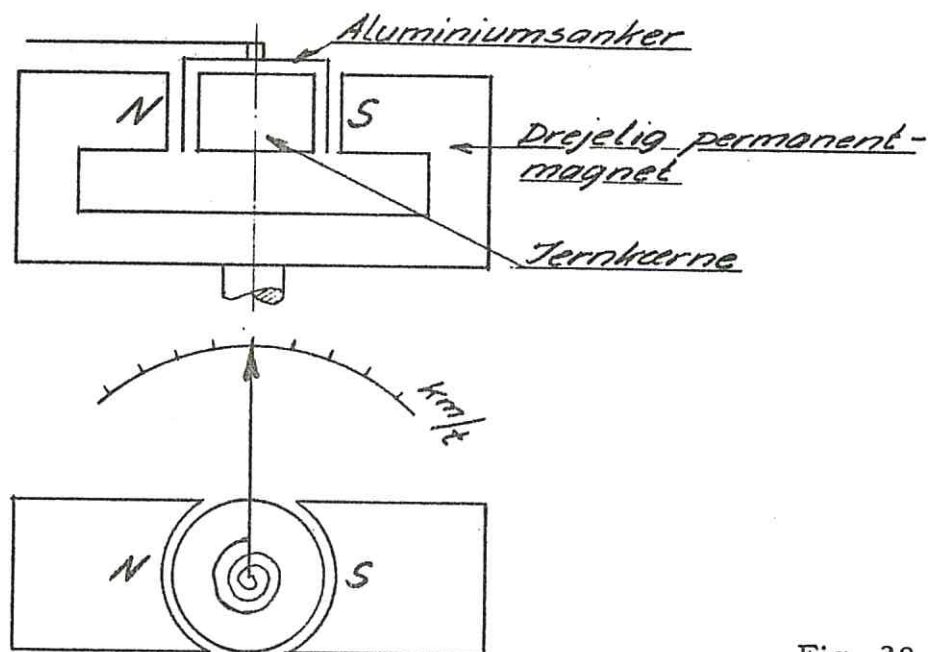


Fig. 29.

Virkemåden er følgende: Den drejelige permanente magnet bevæges af den bøjelige aksel og roterer med samme omdrejninger som hjulsættet. Ankeret har form som et bæger og er af aluminium. Det roterende magnetfelt inducerer elektriske strømkredse (hvirvelstrømme) i ankerets metal. De elektriske strømme påvirkes af magnetfeltet, hvorved ankeret bliver påvirket til drejning, hvilket modvirkes af spiralfjederen. Jo hurtigere magnetfeltet roterer, desto kraftigere bliver hvirvelstrømmene, og jo mere vil ankeret og dermed viseren drejes. Udslagets retning bestemmes af køreretningen.

Andre motorkøretøjer (f. eks. My og Mx) er indrettet med en lille jævnstrømsdynamo (strømgiver) monteret på en akselkasse og trukket af hjulakslen.

Strømgiveren leverer en svag strøm til hastighedsmålerne på førerpladserne. Instrumenterne er i virkeligheden amperemetre, men da den strøm, der går igennem dem, stiger proportionalt med kørehastigheden, giver viserudslaget et mål for kørehastigheden, og skalainddelingen er km/time.

### 31. AMPEREMETER.

De på motorkøretøjerne anvendte amperemetre er drejespoleinstrumenter. Som navnet antyder, er disse indrettet med en drejelig spole i et permanent



magnetfelt. Når der sendes strøm gennem spolen, vil denne dreje sig og bevæge en viser, hvis udslag modvirkes af fjedre. Viserudslaget er derfor et mål for strømmens størrelse gennem spolen eller for den spænding, der presser strømmen gennem instrumentet.

Indretningen af et drejespoleinstrument er vist skematisk på fig. 30.

Drejespolen er meget let - viklet med tynd tråd på en aluminiumsramme. Den er lejret i pinollejer, og strømtilførsel og afgang sker gennem spiral-

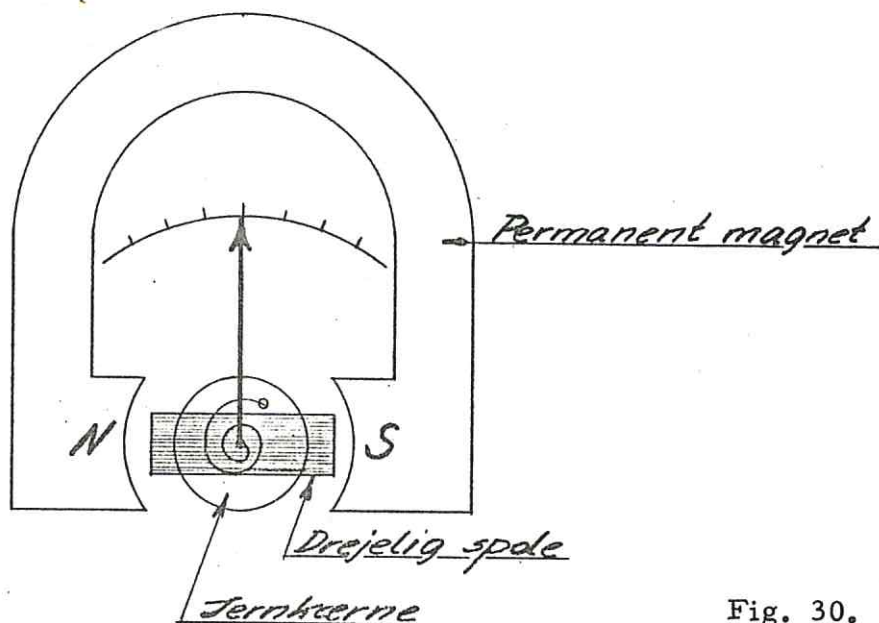


Fig. 30.

fjedrene. I princippet svarer drejespolen til ankeret i en elektromotor. Når der sættes strøm i spolen, vil den blive påvirket til drejning med en kraft, der afhænger af feltstyrken, der er konstant, og strømstyrken. Drejespolen vil bevæge sig til en stilling, hvor der er balance mellem kraften på spolen og fjederkræfterne. Når spolen bevæger sig i magnetfeltet, induceres der i aluminiumsrammen strømme, der påvirkes af feltet imod bevægelsesretningen. Herved dæmpes systemets bevægelse, så det går i ro på det udslag, der svarer til strømstyrken uden at pendle.

Det meget spinkle og letbevægelige system tåler kun svage strømme, og instrumentet giver fuldt udslag ved nogle milliampere (milliampere = 1/1000 ampere). For at kunne bruge instrumentet til måling af store strømstyrker, må det tilsluttes en passende måleshunt, som vist på fig. 31.

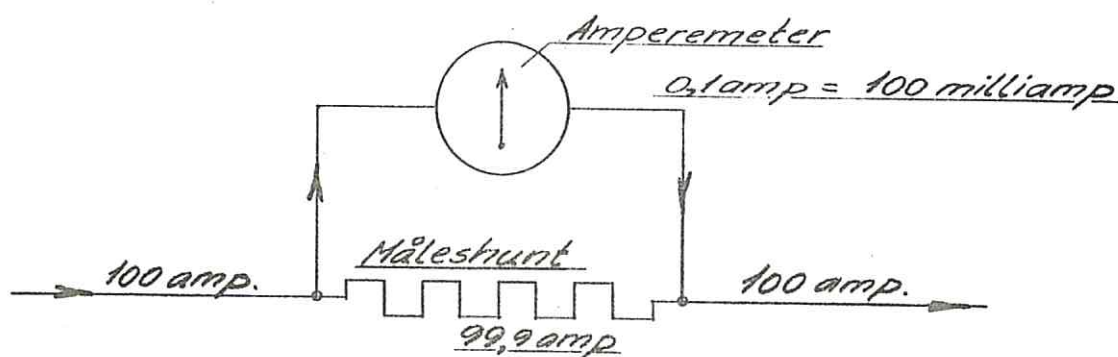


Fig. 31.

I dette eksempel er shuntens modstand ca.  $1/1000$  af amperemeterets, hvilket bevirker, at kun  $1/1000$  af hovedstrømmen går gennem instrumentet som målestrøm. Ved 100 ampere hovedstrøm går der 100 milliampere gennem instrumentet, og viseren gør tilsvarende udslag. Hvis instrumentet altid bruges med denne shuntstørrelse, er det naturligt, at skalaen inddeles derefter. Der skrives så 100 Amp. ved nævnte viserudslag.

I motorkøretøjernes installation er amperemetershuntene for banemotorstrøm anbragt i strømkredsene, som det er mest praktisk. Til førerpladserne føres kun de tynde målestrømsledninger til amperemetrene.

### 32. VOLTMETER.

Som voltmeter anvendes også drejespoleinstrumenter, jvfr. afsnit 31.

Da et drejespoleinstrumentets indre modstand kun er nogle få ohm, vil det give fuldt udslag ved et ret lille spændingsfald gennem instrumentet.

Eks. : Indre modstand 10 Ohm, fuldt udslag ved 100 milliampere. Spændingsfald gennem instrumentet  $10 \times 10/1000 = 1,0$  Volt.

Skal man måle højere spændinger, må der derfor indskydes en forlagsmodstand i serie med instrumentet - jvfr. fig. 32.

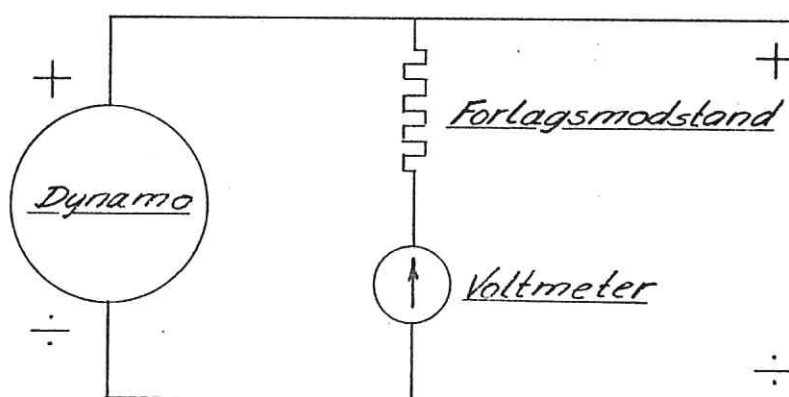


Fig. 32.

Eks. : Instrumentets indre modstand er 10 Ohm med fuldt udslag ved 0,1 Amp. = 100 milliampere og ved spændingsfald gennem instrumentet på 1 Volt.

Forlagsmodstanden 990 ohm. Da den samlede modstand af instrument og forlagsmodstand er 1000 Ohm, vil en spændingsforskel på 100 Volt mellem + og - skinne på fig. 32 give 0,1 Amp. gennem voltmeter og fuldt udslag på dette.

Forlagsmodstanden er på motormateriellet normalt indbygget i voltmetrene og disses skala inddelt derefter.

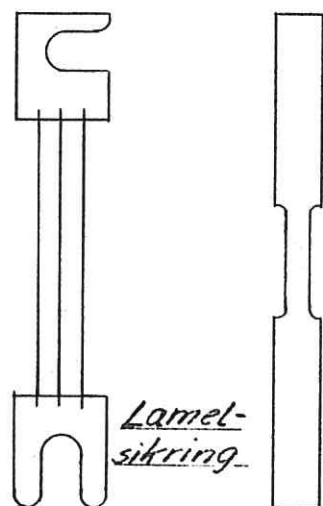
### 33. SIKRINGER OG SIKRINGSAUTOMATER.

Bliver de elektriske apparater eller ledninger opvarmet stærkt ved for stor strømgennemgang, bliver isolationen ødelagt, og der kan være fare for brand.

Til at forhindre for stor strømgennemgang anvendes enten maksimalrelæer eller smeltesikringer til at afbryde strømmen, når den bliver for stor for den strømkreds, som maksimalrelæet eller sikringen er indskudt i.



En sikring har en eller flere strimler eller tråde af metal (sølv eller aluminium) der er af en sådan tykkelse, at de smeltes af varmeudviklingen, når strømmen overstiger en vis værdi. Sikringer vil være mere eller mindre varme, når der går strøm igennem dem. Den maksimale strømstyrke en sikring kan bære, vil være afhængig af sikringens størrelse (ampereværdi) og konstruktion samt af, hvor længe strømmen varer og af varmeafledningen fra sikringen. En sikring kan normalt tåle den påstemplede strøm varigt. Sikringen vil smelte jo hurtigere jo mere denne strøm overskrides.



#### Lamelsikringer

består af en eller flere sølvtråde mellem 2 spændeskr. eller af en aluminiumsplade-strimmel, fig. 33. De anvendes ved meget store strømstyrker.

Fig. 33.

Propsikringer består af et porcelænskylster med et bundstykke og et gevindbælte, hvorefter smeltetråden - eller trådene er indsat. Porcelænsproppen er fyldt med sand og lukket vandtæt, så den er eksplosions sikker.

Propsikringer har samme gevind, men forskellig længde efter størrelsen (ampereværdien). En "stor" sikring kan derfor ikke nå ned til bundskruen i en sikringsholder, der er beregnet til en mindre sikring - jvfr. fig. 34.

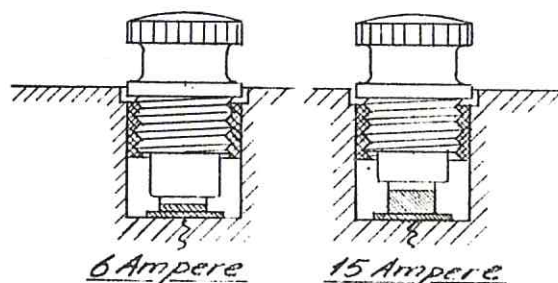


Fig. 34

Diazed-sikringer er en særlig form for propsikringen. En Diazed-sikring består af et porcelænskylster, hvori smeltetråden eller - trådene er indsat mellem en tap i den ene ende og en plade i den anden ende. Det hele er vandtæt lukket og fyldt med sand.

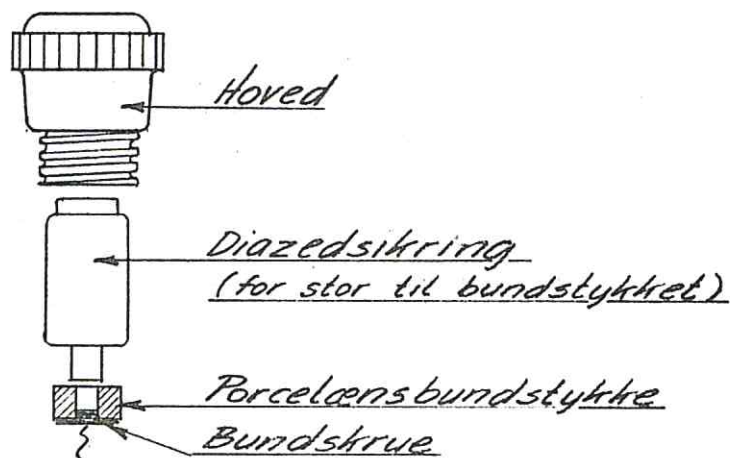
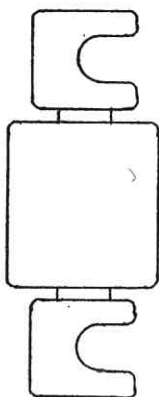


Fig. 35.

For at sikre mod anvendelse af for stor sikring er systemet udformet således, at tappen på en for stor sikring ikke kan gå ned i bundstykket for en mindre sikring og slutte kontakt med bundskruen, jvfr. fig. 35. Derimod kan en mindre diazedsikring udmærket gå i bundstykket for en større.



Patronsikring.  
Fig. 36.

Rørsikringer består af et asbestforet porcelænsrør med en fane i hver ende. Smeltetråden er indsat mellem fanerne.

Medens propsystemet og diazedsystemet automatisk sikrer mod anbringelse af en for stor sikring, er man ved lamelsikring, patronsikring og rørsikring selv ansvarlig for, at der ikke anbringes en for stor sikring, idet disse kan være lige store for forskellige strømstyrker.

Sikringsautomater består af en afbryder, hvori der er indbygget et element eller et legeme, der ændrer sin form, når det bliver opvarmet af strømgennemgangen, og denne formændring udløser afbryderen. Så snart afbryderen er kølet af, kan den slutes med hånden igen.



### 34. AKKUMULATOR-BATTERI:

Alle diesel-køretøjerne er udstyret med akkumulatorbatteri, der oplades, når maskineriet er i gang, og under maskineriets stilstand kan levere lysstrøm, manøvrestrøm og startestrøm m.v.

Batteriet er opstillet i "batterireoler", der hver indeholder flere "batterikasser". Batterikasserne er af trykstøbt ebonit i såkaldt monobloc-udførelse, d.v.s. kraftige selvbærende kasser med to eller flere adskilte rum. I hvert rum er anbragt 2 bly-elektroder i fortyndet svovlsyre. Hvert sådant rum med + og ÷ elektrode samt batterisyre udgør en såkaldt "battericelle".

Et batteri af denne art kaldes en "blyakkumulator". Der anvendes udelukkende blyakkumulatorer på statsbanernes motormateriel.

På en opladt blyakkumulator kan man regne at have ca. 2 Volt spændingsforskel mellem hver celles + og ÷ pol, d.v.s. mellem + elektroden og ÷ elektroden. Da battericellerne i hver kasse er serieforbundne, bliver spændingsforskellen mellem batterikassens 2 poler, 2 x antallet af celler i kassen. Batterikasserne er igen serieforbundne, hvorved batterispændingen bliver 2 x antal celler i alt.

Eksempel: Et Mo-batteri består af 17 batterikasser, hver med 2 celler, i alt 34 celler. Batterispændingen er ca.  $34 \times 2 = 68$  Volt.

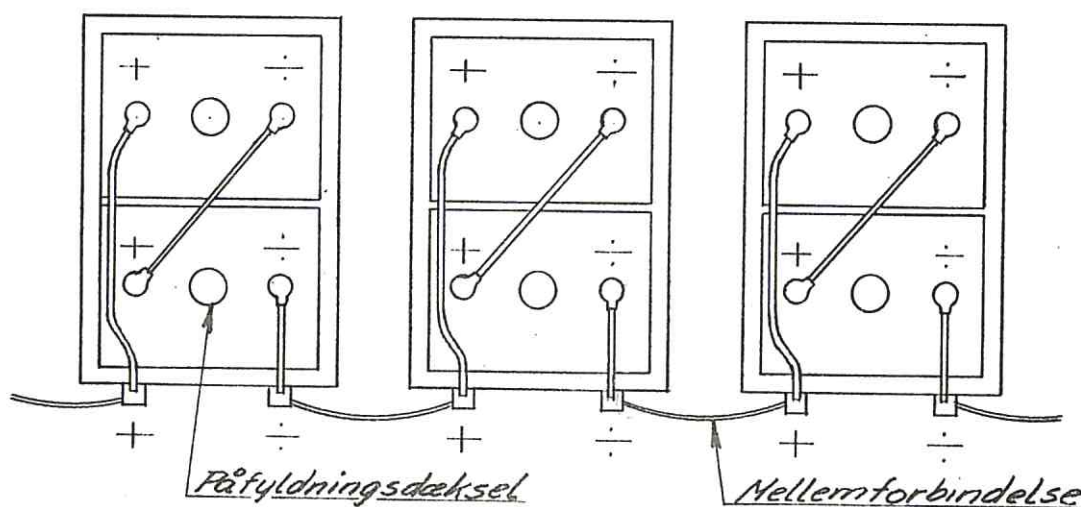
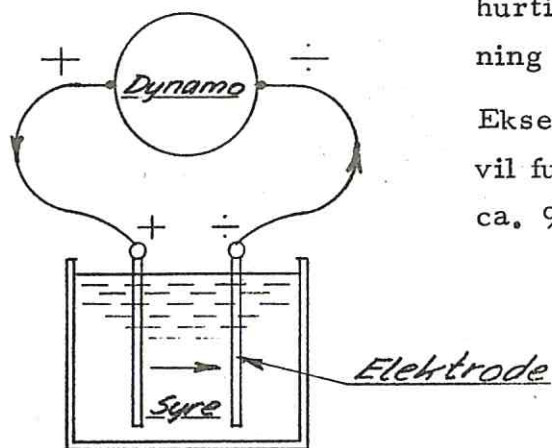


Fig. 37.

Fig. 37 viser let skematiseret tre kasser af et Mo-batteri set ovenfra. Bemærk hvorledes alle forbindelser er fra + til ÷ pol.

#### Ladning.

På fig. 38 er skematisk vist en enkelt battericelle under opladning med strøm fra en ladedynamo. Det vil bemærkes, at dynamoens + pol er forbundet med batteriets + pol, dens ÷ med batteri ÷. Dynamoens strøm presser igennem batteriet imod batterispændingen. Under opladning af et batteri stiger spændingen på den enkelte battericelle langsomt fra 2,0 til 2,3 Volt, derefter



hurtigere til ca. 2,75 Volt, hvor fuld opladning er indtrådt.

Eksempel: Et Mo-batteri, der har 34 celler vil fuldt opladet have en spænding på  $34 \times 2,75 =$  ca. 94 Volt.

Fig. 38.

Under opladningen vil der i den enkelte celledes positive elektrode, hvor strømmen træder ind i syren, ske en iltning af den aktive elektrodemasses blyulfat, således at der dannes blyoverilte. I den negative elektrode vil blyulfat omdannes til rent bly; samtidig dannes der svovlsyre, så batterisyrens styrke stiger. Opladningen er tilendebragt, når hele den aktive masse i elektroderne er omdannet til henholdsvis blyoverilte og rent bly.

Navnlig under den sidste del af opladningen frigøres der ved den positive elektrode ilt og ved den negative elektrode brint, som bobler op og undviger gennem påfyldedækslets ventilationsåbning. Ilt og brinten udskilles i sådant forhold, at de danner knaldgas, der som navnet antyder, er eksplosionsfarlig. En gnist f. eks. stammende fra en løs mellemforbindelse kan under kørsel forårsage sprængning af en batterireol. Ved opladning i remise bør der være god udluftning, og brug af åben ild i nærheden af batteri under opladning er forbudt.

#### Afladning.

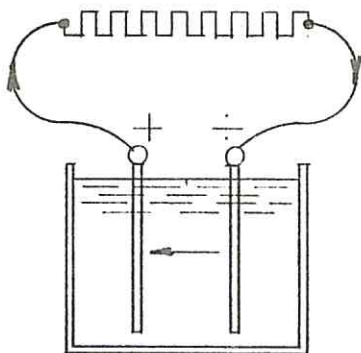


Fig. 39.

Under afladning falder den enkelte celledes spænding hurtigt til 2,0 Volt og derefter ganske langsomt til 1,8 Volt, hvor afladningen bør afsluttes, for at batteriet ikke skal tage skade.

Eksempel: Et Mo-batteri (med 34 celler) vil helt afladet have spændingen  $34 \times 1,8 = 62$  Volt.

På fig. 39 er skematisk vist en enkelt battericelle under afladning gennem en modstand. Strømmen går modsat opladestrømmen og der sker de modsatte kemiske processer: Den positive elektrodens blyoverilte omdannes til blyulfat og den negative elektrodens rene bly omdannes til blyulfat, så de to elektroder mere og mere kommer til at ligne hinanden.

Samtidig bliver batterisyren svagere.



Konstruktionsdetaller m. v.

Elektroderne er udformet med størst mulig overflade. En negativ elektrode består af flere parallelle plader. Hver plade er opbygget med et gitter af hårdt bly, som ikke deltager i de kemiske processer under op- og afladning. I gitteret er ipresset blypasta, som er den kemisk aktive del af elektroden.

En positiv elektrode har ligeledes flere parallelle "plader". Hver "plade" består af en række perforerede rør af plastic eller ebonit, som indeholder den aktive blypasta, samt en kerne af hårdt bly, der fører strømmen.

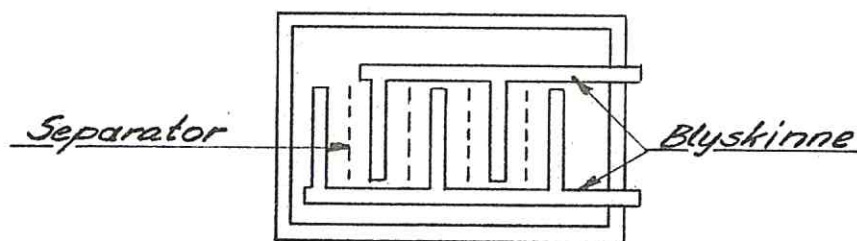


Fig. 40.

Elektrodernes plader indgriber i hinanden som skematisk vist på fig. 40.

For at de ikke skal komme til at berøre hinanden og derved kortsluttes, er der i mellemrummene anbragt separatorer, som er tynde plader af plastic-svamp.

Som nævnt ovenfor bortgår der ilt og brint under opladningen. Ilt og brint ville danne vand ved antændelse og repræsenterer altså et tab af vand fra batterisyren. Desuden bortfordamper der en del vand, når batteriet arbejder og bliver varmt. Derimod fordamper selve svovlsyreindholdet ikke. Et batteri må derfor af og til have påfyldt destilleret vand i de enkelte celler. Da et batteri beskadiges af selv meget små mængder af fremmede stoffer, må almindeligt drikkevand, der bl. a. indeholder kalksalte og jernforbindelser, ikke anvendes.

Forsømmes efterfyldning med vand, så syrestanden bliver for lav, vil elektroderne tage skade - eventuelt bliver de brændt i stykker af den store startstrøm.

Når syrestanden i cellerne og syrens tilstand i øvrigt er normal, giver syrevægtfylden et mål for, hvorledes batteriets ladetilstand er, fordi syrevægtfylden afhænger af syrens styrke, der som nævnt stiger under opladning og falder under afladning. Syrevægtfylden kan måles med en flydevægt, og den angives i beaume 'grader. For et batteri som heromhandlede (et Dur-batteri) skal syrevægtfylden ved fuldt opladet batteri være 29,5 beaume 'grader og ved afladet batteri være 22 beaume 'grader.

Et batteris kapacitet opgives i Amperetimer.

Amperetimetallet siger noget om elektrodestørrelse og -ydeevne. Kapaciteten af et My batteri er ca. 450 amperetimer, et Mo-batteri er på ca. 300 amperetimer ved 5 timers afladning. Ved lav temperatur er et batteris kapacitet stærkt nedsat. Ved en kortvarig kraftig afladning vil kapaciteten være mindre end ved afladning med lille strømstyrke.

Et batteri må oplades med betydeligt flere amperetimer end det kan afgive igen. Der sker altså et tab i batteriet.

Hvis et afladet batteri får lov at henstå, vil dets elektroder "sulfatere", d.v.s. at den porøse og letopløselige blyulfat i elektroderne vil omdannes til tæt og vanskelig opløselig blyulfat. Herved formindskes elektrodernes virksomme masse, og dens kapacitet nedsættes. Et afladet batteri skal derfor straks sættes til ladning.

Selv om et blybatteri passes godt med opladning og vandpåfyldning og ikke overanstreges, vil den aktive pasta i dets elektroder efterhånden nedbrydes: dels sulfatere, dels falde ned som bundfald. Efter forholdsvis få år bliver batterikapaciteten så lav, at elektroderne må fornyes.

### 35. INDUKTION I SPOLE. TÆNDINGSTRANSFORMATOR.

Forandres det magnetiske felt gennem en spole, fremkalder dette en spændingsforskell mellem spolens ender - (Induceret spænding), som kan drive strøm gennem et sluttet kredsløb (Induktionsstrøm). På fig. 19 ses en spole (med én vinding), der roterer i et magnetfelt, hvorved feltet gennem spolen varierer i størrelse og retning. Dette inducerer en vekselspænding (eventuelt vekselstrøm) i spolen. (Induceringen kan også forklares ved, at spolesiderne AA og BB overskærer magnet-kraflinierne, jvfr. side 13 og 14).

Så længe, der sker forandring af det magnetiske felt i en spole, vil der induceres spænding. Den inducerede spænding søger at frembringe en strøm, der vil modvirke den forandring, der sker med magnetfeltet. Den inducerede spændings størrelse afhænger af spolens vindingstal og feltforandringens hastighed.

I en transformator udnyttes ovennævnte induktionsprincip til omformning af vekselstrøm. I varmekedlernes tændingstransformator omformes lavspændt vekselstrøm til højspændt vekselstrøm. Den lavspændte vekselstrøm udtages fra en ankerspole i kedelanlæggets jævnstrømsmotor.



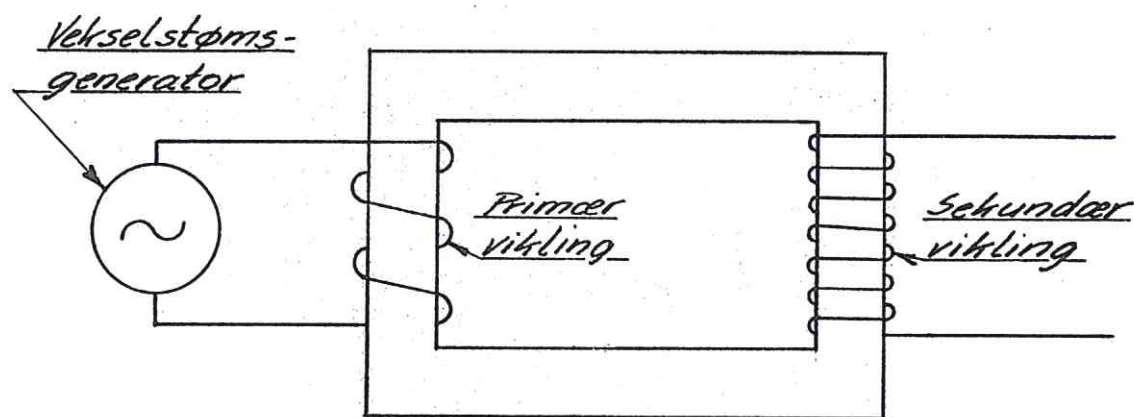


Fig. 41.

Denne spoles ender er ført til et par isolerede ringe på akslen (slæberinge), hvorfra strømmen udtages med et par kul, der trykker på ringene. (Den jævnstrøm, der går ind i ankeret ved kommutatoren bliver i de enkelte ankerspoler til vekselstrøm på grund af ankerets rotation, jvfr. side 14).

Transformatoren består i princippet af en jernring med to viklinger, jvfr. fig. 41. I primærviklingen indføres den vekselstrøm, der skal omformes, hvorved der i jernringen opstår et veksel-magnetfelt. Veksel-magnetfeltet inducerer spænding i sekundærviklingen. Da sekundærviklingen i en tændingstransformator har mange flere vindinger end primærviklingen, bliver transformatorens udgangsspænding meget højere end indgangsspændingen (ca. 10000 Volt).

Der er ved tændingstransformatoren altså tale om op-transformering af spænding.

Da der ikke kan tages flere Watt ud af transformatoren, end der går ind, vil den udtagne strømstyrke være tilsvarende ned-transformeret i forhold til strømmen i primærviklingen.

### 36. SELVINDUKTION I SPOLER.

I afsnit 35 er omtalt, hvorledes det vekslende magnetfelt i transformatorens jern inducerede spænding i sekundærviklingen.

Magnetfeltet virker imidlertid også tilbage på primærviklingen som fremkalder det, så der sker en selvinduktion i denne. Selvinduktionen i primærviklingen har til følge, at strømsvingningerne foregår forsinket i forhold til spændingssvingningerne, der kommer fra generatoren. Desuden virker selvinduktionen som en modstandsforøgelse i spolen, der således foruden ohmske modstand har induktiv modstand.

Spoler, der virker på lukkede eller næsten lukkede jernkredse for magnetfeltet har særlig stort magnetfelt og derfor særlig stor selvinduktion.

Magnetspolerne på en dynamo har således stor selvinduktion.

Slutter man strøm til en spole med stor selvinduktion, vil strømmen vokse op til sin normale værdi med en vis forsinkelse som følge af selvinduktionen.

Bryder man strømmen til en spole med stor selvinduktion, vil den have tilbøjelighed til at fortsætte og danne en stor afbrydegnist, der skader kontaktfladerne. Hvis man ved kunstige midler ville fremtvinge en meget hurtig afbrydelse af strømmen, ville det medføre, at der i spolen induceres en meget høj spænding, der søgte at fortsætte strømmen og som eventuelt kunne slå igennem isolationen og beskadige denne.

For at afbøde virkningerne af selvinduktionen kan man (som ved Mo-generatorerne for magnetiseringsviklingen) anbringe en parallelmodstand til spolen, jvfr. fig. 42. Parallelmodstanden giver ved strømafbrydelse spolen lejlighed til at komme af med den inducerede strøm i en sluttet strømkreds, hvor den fortaber sig og bliver til varme.

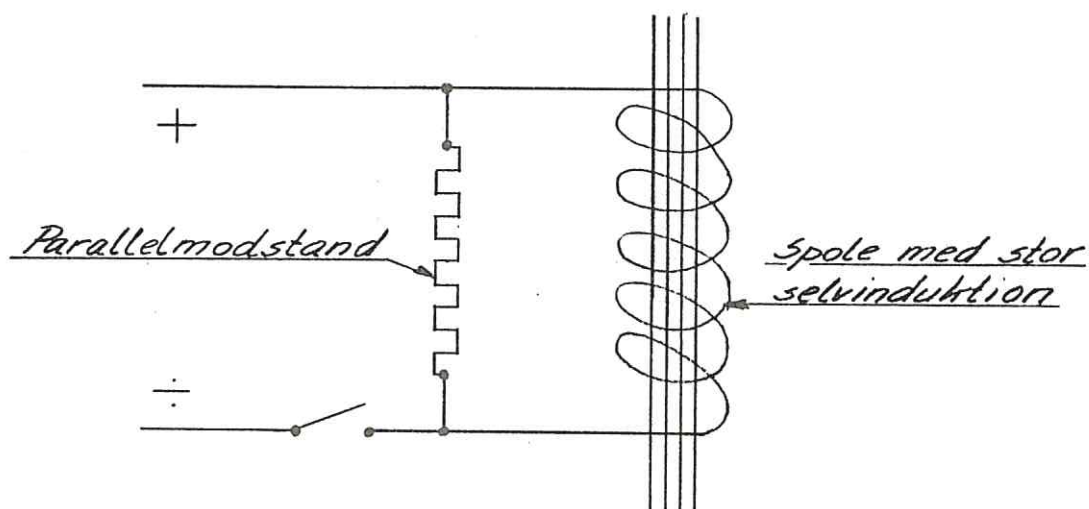


Fig. 42.

Parallelmodstanden optager noget strøm, når spolen er i drift og giver derved anledning til et strømvarmetab, der dog er ringe.

En nyere måde at afbøde virkningen af selvinduktion i spoler er anvendt i My og Mx. Den består i at anbringe en ensretter parallelt med spolen, jvfr. fig. 43.

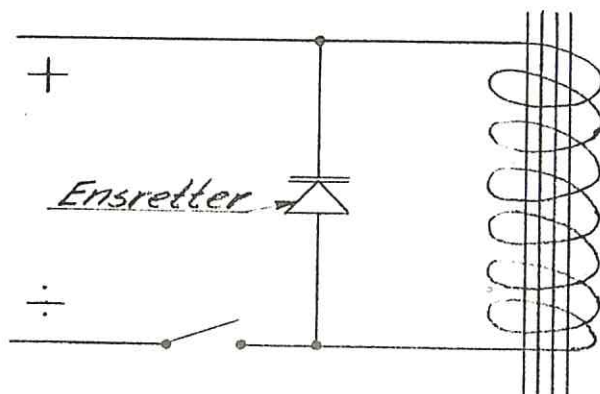


Fig. 43.

Ensretteren er således vendt, at der normalt ikke går strøm igennem den. Den inducerede spænding i spolen ved strømafbrydelse vil imidlertid sende strøm igennem ensretteren, således at den inducerede strøm får lejlighed til at dø hen i en sluttet strømkreds.



37. TREFASET VEKSELSTRØM.

På My-lokomotiver er motorerne i banemotor- og kølevandsventilatorer udført som trefasede vekselstrømsmotorer, der får strøm fra en trefaset generator, der er sammenbygget med hovedgeneratoren. Når omdrejningstallet varierer på dieselgeneratoren, vil vekselstrømmens periodetal variere tilsvarende og derved omdrejningerne af ventilatorerne.

På fig. 44 er i princippet vist en trefaset vekselstrømsgenerator, der leverer strøm til en trefaset kortslutningsmotor.

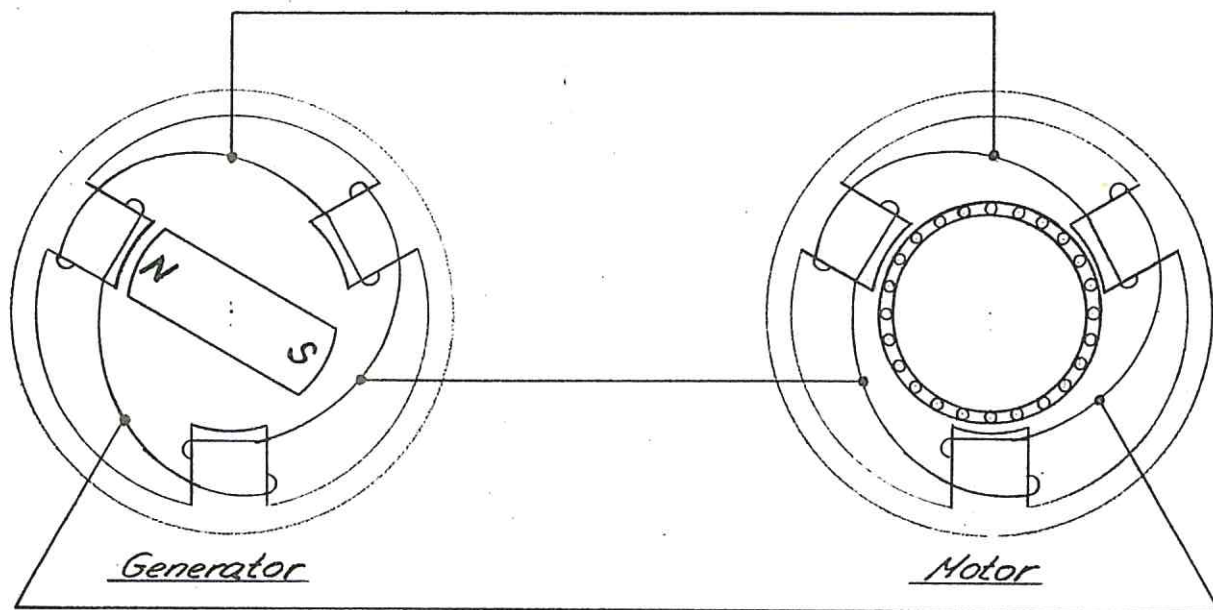


Fig. 44.

Generatorens anker eller polhjul er vist som en permanent magnet, i virkeligheden vil det være udført med flere poler af elektromagneter, der magnetiseres af jævnstrøm tilført gennem to slæberinge på akslen. Når ankeret roterer, vil det skabe vekslende magnetfelt i hver af statorens tre poler og dermed inducere vekselstrøm i polviklingerne. Statoren er for anskuelighedens skyld vist med 3 poler i virkeligheden ligger statorviklingen i jævnt fordelte noter i statorringen.

I de tre fase-ledninger, der forbinder generatoren med motoren, vil der være vekselstrøm med samme periodetal, men med den forskydning af takten, som er givet ved vinklen mellem statorpolerne på generatoren.

Motorens tre poler vil blive magnetiseret med vekselfelter i takt med generatorens poler, som om de blev magnetiseret af et roterende polhjul. Der er således i motoren skabt et såkaldt drejefelt, der roterer med samme hastighed som generatorens felt. Omdrejningsretningen af drejefeltet og derved motorens omløbsretning kan vendes ved ombytning af to af faseledningerne.

Motorankeret er udført som et kortslutningsanker. Det er et tromleanker, i hvis noter der ligger kobberstave, der i begge tromleender er kortsluttede med en ringforbindelse. Hvis der ingen modstand var mod ankerets rotation, ville det

rotore med samme omdrejningstal som drejefeltet, og der ville ingen strøm være i kortslutningsviklingen. Når ankeret skal trække noget, vil det sakke af i omdrejninger. Derved vil ankerstavene komme til at bevæge sig i forhold til drejefeltet og overskære magnetiske kraftlinier, så der induceres strømme i kortslutningsviklingen. Disse strømme påvirkes af magnetfeltet, så der virker et drejningsmoment på ankeret, som derved bliver i stand til at udføre arbejde.

Ankeret i en kortslutningsmotor har altid lidt mindre omdrejningstal end statorens drejefelt. Jo større belastningen er, des mere vil ankeret sakke af og des større strøm induceres der i dets vikling "Slippet", d. v. s. forskellen i omdrejningstal mellem anker og felt er normalt kun få procent selv ved fuld belastning af ankeret.

### 38. FEJL I ELEKTRISKE INSTALLATIONER.

I ethvert elektrisk anlæg kan der opstå fejl af forskellig art og med forskellige følgevirkninger. Ved fejlfinding i installationen på et dieselelektrisk lokomotiv eller en motorvogn er et godt kendskab til køretøjets installation og dennes eventuelle svage punkter en stor fordel. Der skal undertiden kun en lille elektrisk fejl til at gøre et køretøj utjenstedygtigt; derfor er det en stor fordel, hvis sådanne fejl hurtigt kan lokaliseres og rettes af lokomotivføreren.

Ledningsfejl kan enten være isolationsfejl eller afbrydelse af lederen.

Isolationsfejl vil oftest give sig til kende ved overbrændte sikringer. At en sikring brænder over, er dog ikke ensbetydende med, at den har været overbelastet. Dens smeltetråd kan eventuelt i tidens løb være blevet "træt", så den er gået itu. Brænder den næste sikring hurtigt af, er der sikkert tale om kortslutning.

Isolationsfejl kan f. eks. optræde i en spole på en sådan måde, at strømmen ikke passerer ret mange af dens vindinger. Disse vindinger vil da blive overbelastede, og spolen vil "brænde af".

Isolationsfejl kan medføre strømovergang til stel, hvilket normalt vil medføre afbrænding af en sikring.

Undertiden kan isolationsfejl give overgang mellem ledninger og medføre unormale foreteelser i installationen.

Ledningsbrud medfører, at den pågældende funktion ikke indtræffer.

En sådan fejl kan undertiden være "periodisk", d. v. s. at brudstedet holdes sammen af ledningsisolationen, så der kun lejlighedsvis optræder strømafbrydelse. Det kan være besværligt at lokalisere en sådan fejl.

Relæfejl kan være fejl i spole som ovenfor omtalt, eller der kan være kontaktfejl. Forbrændte eller snavsede kontakter giver dårlig kontakt med afbrydelse af strømmen til følge. Sådanne kontakter må afpudses.



Kontakter kan brænde sammen, så de ikke kan bryde. De må da skilles med magt og afpudses.

Ikke sjældent er det muligt af afhjælpe en fejl midlertidigt, f. eks. ved ombytning af dele, kortslutning af relækontakter, reparation af defekt ledning; men det siger sig selv, at generelle anvisninger ikke kan gives, dækkende alle situationer og køretøjstyper.

### 39. FEJL I ELEKTRISKE MASKINER.

Der kan være tale om både mekaniske og elektriske fejl. En mekanisk fejl, f. eks. nedbrud af et ankerleje eller sprængning af en ankerbandage, vil naturligvis hurtigt medføre elektriske virkninger, ofte ødelæggelse af ankervikling, eventuelt også af hovedpolernes vikling.

Det vil mest være de hårdt belastede maskiner: banemotorer og hovedgeneratorer, der er udsat for fejl af risikabel og kostbar natur, hvorfor de i særlig grad må holdes under opsyn for mindre fejl, der, hvis de ikke rettes i tide, kan medføre havarier.

Et ikke sjældent forekommende fænomen i banemotorer og hovedgeneratorer er de såkaldte "rundslag" eller "overslag" ved kommutatoren.

Et rundslag er en strømovergang fra + kulholder til  $\pm$  kulholder gennem luften.

Når der kommer rundslag i en maskine, er det tegn på, at et eller andet er galt, for normalt er luften, som omgiver kommutatoren og kulholderen isolerende. Luft bliver imidlertid ledende for den elektriske strøm, hvis den bliver kraftigt joniseret, d. v. s. bliver opfyldt med elektrisk opladete partikler. I elektriske gnister dannes joner, derfor kan alle fejl ved kommutator og kul m. v., som kan forårsage gnisteri, medføre rundslag. Som fejlmuligheder kan nævnes, urund kommutator, knækkede lidser til kommutatorkul, manglende fjedertryk ved kommutatorkul, metalspåner mellem kommutatorlameller. Et pludseligt hjulspil kan fremkalde rundslag i banemotoren.

Rundslag i banemotorer og hovedgeneratorer vil som regel ske ved høj spænding, d. v. s. stor kørehastighed. Ofte kan årsagen til et rundslag ikke eftervises, og den skade, det selv frembringer, være lille. Forekomne rundslag bør dog altid indberettes på rette sted, for at eventuelle fejl kan blive rettet.

Et rundslag i en banemotor vil ofte resultere i rundslag i hovedgeneratoren, fordi denne bliver udsat for en pludselig overbelastning. Generatorerne får derfor særligt hyppigt rundslag, og da i et rundslag hele generatoreffekten udløses i den elektriske flamme, kan skaderne efter et rundslag være betydelige.

Indtræffer der to tre rundslag i samme maskine hurtigt efter hinanden, bør maskinen undersøges, eventuelt kan det være nødvendigt for at undgå store ødelæggelser at indstille kørslen eller at køre frem med forsigtighed.



